



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - POSGRAP**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO**  
**AMBIENTE**  
**DOUTORADO EM ASSOCIAÇÃO PLENA EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**



**DANIELLE THAÍS BARROS DE SOUZA LEITE**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O**  
**GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS**  
**INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE**

**SÃO CRISTÓVÃO/SE**  
**2017**

**DANIELLE THAÍS BARROS DE SOUZA LEITE**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O  
GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS  
INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe.

**Orientador:** Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro

**Coorientador:** Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli

**SÃO CRISTÓVÃO/SE**

**Setembro/2017**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

L533i Leite, Danielle Thaís Barros de Souza.  
Indicadores de sustentabilidade: subsídios para o gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis no município de Aracaju/SE / Danielle Thaís Barros de Souza Leite; orientador Adauto de Souza Ribeiro. – São Cristóvão, 2017.  
131 f.; il.

Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Indicadores. 3. Resíduos sólidos. I. Ribeiro, Adauto de Souza, orient. II. Título.

CDU 502.131.1

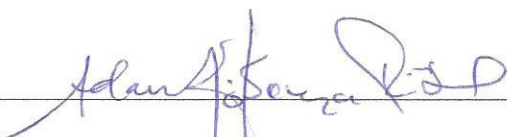
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - POSGRAP**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E**  
**MEIO AMBIENTE**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O**  
**GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE**  
**PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE**

Tese apresentada como requisito parcial  
para obtenção do título de Doutora pelo  
Programa de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente da  
Universidade Federal de Sergipe.

Aprovada em 29 de setembro de 2017, pela banca examinadora constituída pelos  
seguintes membros:

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro – Orientador

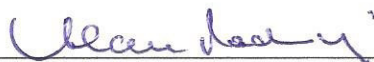
Universidade Federal de Sergipe



---

Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli – Coorientador

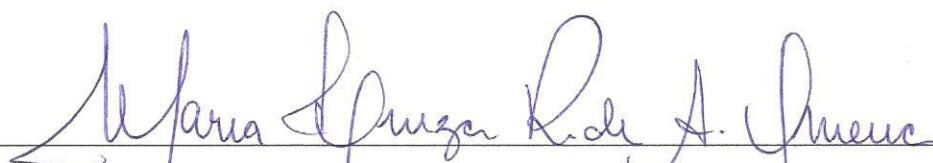
Universidade Federal de Sergipe



Prof. Dr. Alceu Pedrotti  
Universidade Federal de Sergipe  
Examinador Interno



Profa. Dra. Daniela Venceslau Bitencourt  
Universidade Federal de Sergipe  
Examinador Interno



Profa. Dra. Maria Luiza Rodrigues de Albuquerque Omena  
Secretaria Estadual de Educação de Sergipe  
Examinador Externo



Profa. Dra. Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira  
Universidade Federal de Sergipe  
Examinador Interno

É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar e reproduzir cópias desta Tese e emprestar ou vender tais cópias.



Danielle Thaís Barros de Souza Leite

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA

Universidade Federal de Sergipe - UFS



Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro - Orientador

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA

Universidade Federal de Sergipe - UFS



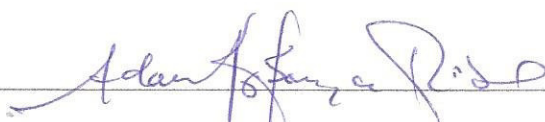
Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli - Coorientador

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA

Universidade Federal de Sergipe - UFS

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O  
GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE  
PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE**

Este exemplar corresponde à versão final da Tese de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).



Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro - Orientador

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA

Universidade Federal de Sergipe - UFS



Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli - Coorientador

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA

Universidade Federal de Sergipe - UFS

*Dedico este trabalho ao meu filho...*

*...Bernardo, minha luz!*



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pelo dom da vida e por ser meu sustento em todo o meu trajeto evolutivo enquanto ser humano. Ao Pai, toda honra e glória por esta vitória!

Agradeço a Bruno, amor, marido, namorado, melhor amigo, anjo posto por DEUS em minha vida. Sem sua força e paciência, nada disto seria possível. A vitória é nossa e por nossa família. Você sabe bem o custo. Cada alegria, cada conquista neste percurso, devo a você. Você e Bernardo são minha vida e razão motivadora para chegar ao fim deste ciclo.

Ao meu outro Bruno, irmão e alma gêmea, por ser meu escudeiro fiel, minha família, minha base, meu pai e minha mãe, meu chão e meu céu. Sinto o amor de DEUS por mim ao olhar para você! Obrigada também a minha cunhada, Adjane Arcanjo, sempre presente em nossas vidas. Amo vocês dois!

Agradeço ao carinho e suporte de minha sogra, Filomena, da bisa do meu filho, Dona Laura Troccoli, e de toda a família Leite. Vocês são especiais!

Aos amigos João, Guadalupe, Ricardo, Dayse, Mariana, Débora Noal, Glauce Thaís, Marina, Maurício e tantos outros que contribuíram com sua energia positiva e que vibram comigo neste momento.

Aos colegas da Universidade Tiradentes por todo o suporte durante os períodos em que precisei. À equipe de gestão, de uma forma geral, em especial a Sylvia, José Paulo, Rafael, Italo, Mário Eugênio, Valéria, Paulo Cesar e demais docentes da equipe por terem me ajudado nos momentos mais difíceis. Também agradeço a Claudia Meirelles, Elda e Juliane pelo suporte e vibrar comigo. Claudio Praxedes, Rita e Ana Plech, por serem instrumentos de DEUS em minha vida. Por terem cada um a seu modo contribuído com este processo. Contem comigo sempre!

Aos queridos colegas e amigos de turma, em especial a Thaci (parceira de tantas gargalhadas), Edilma (um anjo divino em minha vida), André (seu bom humor e parceria são inesquecíveis) e a estrela Patrícia que, junto com Thaciana, me trouxe tanta alegria no início desta caminhada.

A Lorena, por ser instrumento de Deus no momento em que mais precisei e confiei. Graças a você tive o melhor orientador e coorientador das galáxias. Nunca te esquecerei! A Sara Julliane, que não entendo como, mas se tornou uma grande amiga e incentivadora. Alma de luz! Amo muito! A Rodrigo Galloti, colega e amigo desde a época do mestrado. Agradeço seu companheirismo de sempre.

Agradeço a professora Mara Rubia, que acreditou em mim no início do meu caminho na carreira acadêmica. A Cristiane e toda a família São Luis de França pela credibilidade e oportunidades. A professor Paulo Rafael que incentivou esta caminhada.

Aos colaboradores da Secretaria Municipal de Saúde, da EMSURB, da SEMA, da SEMARH e Recipclanip pelo suporte na liberação das informações.

Ao Prodema, seus docentes e colaboradores.

Aos meus orientadores Adauto e Gregório, dois anjos, mestres e gurus que Deus me deu de presente. Minha gratidão eterna por me acolherem quando mais necessitei e por confiarem em mim e no meu trabalho.

Agradeço à Universidade Tiradentes pela bolsa de estudos durante três anos do doutorado.

## RESUMO

A crescente quantidade de produtos de pós-consumo tem como consequência a poluição e excesso de resíduos. Com o objetivo de reduzir esse impacto, as legislações ambientais relacionadas ao tema desobrigam gradativamente governos e responsabilizam empresas privadas pelo gerenciamento dos fluxos reversos dos produtos de pós-consumo. A logística envolve o processo que faz com que os produtos cheguem até as mãos do consumidor final, bem como o retorno. No mercado automobilístico, o fabricante é responsabilizado pela cadeia produtiva e pela reciclagem de seus componentes. Devido a exigências legais os diversos atores da cadeia produtiva buscam atuar na cadeia de logística reversa de pós-consumo de pneus automotivos e seu gerenciamento. A Lei de Resíduos Sólidos estabelece que fabricantes, distribuidores e comerciantes sejam obrigados a cuidar do recolhimento e destinação voltados à reciclagem. A logística reversa de pós-consumo de pneus automotivos é importante para a sustentabilidade porque propicia benefícios para as empresas, para a sociedade e para o meio ambiente. Com base no exposto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a sustentabilidade ambiental, social e econômica da logística reversa de pós consumo de pneus inservíveis em Aracaju/SE, visando subsidiar o gerenciamento de pneus inservíveis por meio de indicadores, ferramenta utilizada para gerar um índice voltado a mensurar a sustentabilidade do sistema em análise. Com relação ao paradigma, a presente pesquisa se classifica como crítica. A presente tese possui natureza aplicada e pragmática, uma vez que busca solução política em nível de políticas públicas, mudanças no comportamento de consumo e reciclagem. Trata-se de um levantamento de indicadores e índices descritivos. Foi realizada a caracterização da cadeia produtiva de pneus inservíveis em Aracaju/SE e construída uma matriz de indicadores de sustentabilidade com base no método DPSIR. Foram mensurados indicadores de sustentabilidade e elaborada uma escala voltada à criação de um índice de sustentabilidade. Os índices de sustentabilidade ambiental, social e econômico foram classificados como péssimos na escala proposta, o que comprova que a cadeia de gerenciamento de logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju não atende aos pressupostos de sustentabilidade. Assim, o problema da externalidade negativa dos pneus inservíveis se trata de um exercício de economia neoclássica, não resolve o problema do descarte sustentável, no entanto a logística reversa quanto se trata da internalização dessa externalidade deu visibilidade econômica, o que seria um custo de oportunidade para reciclar em Aracaju. Dessa forma, visou-se propor ações voltadas a auxiliar no gerenciamento e destinação final de pneus na cadeia de logística reversa, contribuindo com futuras pesquisas, que poderão ser utilizadas na gestão integrada e no gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, servindo inclusive como modelo para outros produtos sujeitos à logística reversa.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos, DPSIR, Índice de Sustentabilidade, Reciclagem, Calório.

## ABSTRACT

The increasing quantity of post-consumer products results in pollution and excess waste. In order to reduce this impact, environmental legislation related to the issue gradually releases governments and holds private companies accountable for the management of reverse flows of post-consumer products. Logistics involves the process that makes products reach into the hands of the end consumer as well as the return. In the automobile market, the manufacturer is responsible for the production chain and for the recycling of its components. Due to legal requirements, the various actors in the production chain seek to operate in the automotive tire reverse post-consumer logistics chain and its management. The Solid Waste Act establishes that manufacturers, distributors and traders are obliged to take care of the collection and destination for recycling. Post-consumer reverse logistics for automotive tires is important for sustainability because it provides benefits to companies, society and the environment. Based on the foregoing, this research had as general objective to analyze the environmental, social and economic sustainability of the reverse logistics of post-consumption of waste tires in Aracaju / SE, aiming to subsidize the management of waste tires through indicators, a tool used to generate a index to measure the sustainability of the system being analyzed. Regarding the paradigm, the present research is classified as critical. This thesis has an applied and pragmatic nature, since it seeks political solution at the level of public policies, changes in consumer behavior and recycling. It is a survey of indicators and descriptive indexes. The characterization of the productive chain of waste tires in Aracaju / SE was carried out and a matrix of sustainability indicators was constructed based on the DPSIR method. Sustainability indicators were measured and a scale was developed to create a sustainability index. The environmental, social and economic sustainability indexes were classified as poor in the proposed scale, which proves that the chain of reverse logistics management of waste tires in Aracaju does not meet the sustainability assumptions. Thus, the problem of the negative externality of waste tires is an exercise of neoclassical economics, does not solve the problem of sustainable disposal, however the reverse logistics when it comes to the internalization of this externality gave economic visibility, which would be a cost of opportunity to recycle in Aracaju. In this way, it was proposed to propose actions aimed at assisting in the management and final destination of tires in the reverse logistics chain, contributing with future research, which could be used in the integrated management and environmentally sound management of solid waste. Other products subject to reverse logistics.

**Keywords:** Solid Waste, DPSIR, Sustainability Index, Recycling, Calório.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>08</b>
1.1 Indicadores de Sustentabilidade .....	08
1.2 Conceitos e histórico da Logística.....	23
1.3 Logística Reversa .....	26
1.4 Pneus e a Questão Ambiental.....	29
<b>CAPÍTULO II - METODOLOGIA .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO III – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
3.1 Análise Qualitativa.....	48
3.1.1Caracterização do gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE).....	48
3.2 Análise Quantitativa .....	57
3.2.1Mensuração dos Indicadores de Sustentabilidade .....	57
3.2.2Análise da interação entre os indicadores que compõem o índice de sustentabilidade com base na metodologia de Calorio .....	72
3.2.3Índice de Sustentabilidade com base na metodologia de Sobral .....	77
<b>CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA ENVIADO PARA A SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA ENVIADO PARA A EMSURB – EMPRESA MUNICIPAL DE SERVIÇOS URBANOS .....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA ENVIADO PARA A VIGILÂNCIA SANITÁRIA DE ARACAJU .....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE D – OFÍCIO / EMSURB.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE E – OFÍCIO / SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE .....</b>	<b>101</b>

<b>APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE</b> .....	<b>102</b>
<b>APÊNDICE G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE</b> .....	<b>107</b>
<b>APÊNDICE H – TERMO DE ANUÊNCIA .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE I – DEMONSTRAÇÃO DOS CÁLCULOS REALIZADOS NO EXCEL</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO A – REGISTRO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA – PLATAFORMA BRASIL.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO B – TABELA DE RECOLHIMENTO DE PNEUS / SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE .....</b>	<b>113</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANIP	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos
AREBOP	Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borrachas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTF	Cadastro Técnico Federal
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DPSIR	Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta
DS	Desenvolvimento Sustentável
DSR	Força Motriz–Situação–Resposta
EMSURB	Empresa Municipal de Serviços Urbanos
FMPSIR	Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta
FMSR	Força Motriz–Situação–Resposta
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDS	Índice de Desenvolvimento Sustentável
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento
ONU	Organização das Nações Unidas
PEIR	Pressão–Estado–Impacto–Resposta
PER	Pressão–Estado–Resposta
PERE	Pressão–Estado–Resposta–Efeitos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PSR	Pressão–Estado–Resposta
RECICLANIP	Instituição sem fins lucrativos criada pela ANIP para cuidar exclusivamente das ações de coleta e reciclagem
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SEMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
SUCAM	Superintendência de Campanhas de Saúde Pública

UNCCD

United Nations Convention to Combat Desertification

WWF

World Wide Fund for Nature



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fluxograma da Metodologia da Pesquisa.....	38
Figura 2.2 - Gráfico tipo radar, utilizado para gerar um índice de sustentabilidade (IS).....	44
Figura 3.1 – Relação de pontos de coleta de pneus no Brasil.....	49
Figura 3.2 - Frente do galpão.....	52
Figura 3.3 - Carretas aguardando carregamento.....	53
Figura 3.4 - Carreta carregada de pneus.....	54
Figura 3.5 - Fluxograma simplificado do processo de logística direta e reversa.....	56
Figura 3.6 – Gráfico de Índice de Sustentabilidade.....	75
Figura A.1 – Registro de Aprovação do Comitê de Ética – Plataforma Brasil.....	112

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Matriz de dimensões - descritores - indicadores de qualidade ambiental, econômica e social na matriz preliminar DPSIR - critérios/fontes de dados.....	47
Quadro 3.1 - Critério do indicador ambiental “pneus inservíveis” proposto pela pesquisa.....	59
Quadro 3.2 - Pontuação do indicador ambiental “pontos viciados de descarte inadequado” proposta pela pesquisa.....	60
Quadro 3.3 - Pontuação do indicador ambiental “coleta periódica de pneus inservíveis” proposta pela pesquisa.....	61
Quadro 3.4 - Pontuação do indicador ambiental “pontos de coleta específicos de pneus inservíveis” proposta pela pesquisa.....	62
Quadro 3.5 - Pontuação do indicador econômico “custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador” proposta pela pesquisa.....	64
Quadro 3.6 - Pontuação do indicador econômico “custo da logística de transporte” proposta pela pesquisa.....	66
Quadro 3.7 - Pontuação do indicador econômico “valor agregado do pneu inservível” proposta pela pesquisa.....	66
Quadro 3.8 - Pontuação do indicador social “doenças de veiculação hídrica” proposta pela pesquisa.....	68
Quadro 3.9 - Pontuação do indicador social “empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus inservíveis no município” proposta pela pesquisa.....	70
Quadro 3.10 - Indicadores - Valores de cada indicador para o caso em estudo - Vpn.....	73
Quadro 3.11 - Indicadores e os valores encontrados para cálculo do Índice de Sustentabilidade Final.....	74
Quadro 3.12 - Indicadores e o nível de sustentabilidade encontrado.....	78
Quadro 3.13 - Indicadores <i>versus</i> situação atual em Aracaju (SE) .....	79
Quadro F.1 - Matriz de Dimensões - Descritores - Indicadores de qualidade ambiental, econômica e social na Matriz Preliminar DPSIR - Critérios/Fontes de Dados.....	105
Quadro I.1 – Indicadores – valores de cada indicador para o caso em estudo – Vpn.....	110
Quadro I.2 – Dn – Cálculo da Dn no Excel.....	111

Quadro I.3 – Pn – Cálculo da Pn no Excel.....	111
---	-----

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 - Classificação dos índices de sustentabilidade propostos por esta pesquisa.....	41
Tabela 3.1 - Números absolutos de pneus coletados em Aracaju de 2007 a 2016.....	51
Tabela 3.2 - Números absolutos de recolhimento de pneus em 2016 nos bairros de Aracaju..	52
Tabela 3.3 - Classificação dos índices de sustentabilidade propostos por esta pesquisa. ....	77
Tabela B.1 - Tabela de recolhimento de pneus em 2016 nos bairros de Aracaju.....	113

## INTRODUÇÃO

Dada a crescente quantidade de produtos pós-consumo, ao esgotar os sistemas tradicionais de disposição final, os resíduos que não são descartados de maneira devida podem provocar poluição, contaminando solo, água e ar, além de impactar na saúde pública. Leite (2012) afirma que as legislações ambientais, com o objetivo de reduzir esse impacto causado pelo descarte indevido de resíduos, desobrigam gradativamente governos e responsabilizam empresas privadas pelo gerenciamento dos fluxos reversos dos produtos de pós-consumo. Acrescenta-se a isso o fato de que a ausência de gestão de tais fluxos pode constituir um risco à imagem do fabricante quanto à sua reputação de empresa consciente da responsabilidade socioambiental. No entanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos afirma que a responsabilidade deve ser dividida entre governo e setor privado (BRASIL, 2010).

Nesse contexto, faz-se necessário entender o conceito de logística adotado mundialmente, que define logística como “[...] processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, de custos efetivos, estoques de matéria-prima, recursos circulantes, mercadorias acabadas e informações relacionadas da origem ao consumo com a finalidade de atender aos clientes” (BALLOU, 2007, p. 23).

Assim, como a logística envolve o processo que faz com que os produtos cheguem até as mãos do consumidor final, existe também a preocupação com o inverso, ou seja, o retorno do produto, que pode ocorrer por alguma não conformidade como, por exemplo, a necessidade de uma correção no produto ou o seu reaproveitamento, incluindo eventuais resíduos após o consumo. Diante de preocupações relacionadas à sustentabilidade, Dornier (2000) ressalta a importância de se estudar logística reversa, que trata dos fluxos no sentido cliente-empresa, trabalhando a pós-entrega com o retorno dos produtos devolvidos, pois é importante equacionar e quantificar o volume de devoluções; e o pós-consumo como uma abordagem de reaproveitamento dos materiais.

A ideia da transformação pela logística reversa passa a fazer parte da estratégia das organizações, tendo em vista sua inserção na corrente global de conscientização por meio da preservação e manutenção do equilíbrio ambiental. Além das intenções em agregar valor econômico aos produtos ou reforçar a marca e a imagem organizacional, é importante enaltecer ainda a obediência à legislação específica ao meio ambiente e aos direitos dos

consumidores já existentes, o que desperta a racional preocupação com o tratamento e destino dos resíduos gerados após o consumo e o fim da vida útil do produto.

Todo material que não retorna ao ciclo produtivo de alguma maneira constitui-se como um problema ambiental. Assim, a logística reversa trata de um campo de atuação que envolve os impactos causados sobre o meio ambiente como consequência da “vida moderna”. No mercado automobilístico, o fabricante é responsabilizado pela cadeia produtiva e pela reciclagem de seus componentes. Essa atenção tem permitido progressos significativos pela aplicação de técnicas de projeto de desmontagem. Atenção especial para o processamento industrial de desmanche ou de desmontagem em partes do automóvel, também conhecido como ‘linha de montagem reversa’, que é constituído de diversas fases em que todos os componentes são desmontados e separados. Sendo assim, surge interesse pela cadeia de logística reversa de pneus automotivos e seu gerenciamento (DIAS, 2012).

Nesse contexto, convém mencionar a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010), com o objetivo de suprir necessidades da sociedade pós-moderna que vivencia uma crise ambiental em relação aos resíduos sólidos, constituindo, assim, um importante marco normativo no âmbito da gestão e do gerenciamento. De acordo com Bechara (2013), essa lei possui princípios basilares de caráter sistêmico e possui instrumentos voltados aos principais problemas ambientais, sociais e econômicos, oriundos do indevido manejo dos resíduos sólidos. Ela estabelece a responsabilidade dos geradores de resíduos na logística reversa de pós-consumo, além de criar metas e instituir instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal; e, ainda, obriga particulares a preparar seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (LEITE; BELCHIOR, 2014).

Os autores afirmam, com base na lei, que fabricantes, distribuidores e comerciantes devem ser obrigados a cuidar do recolhimento e destinação voltados à reciclagem (embalagens de baterias, pneus e óleos lubrificantes, suas embalagens, bem como todos os tipos de lâmpadas e equipamentos eletroeletrônicos descartados). A responsabilidade sobre os resíduos se torna compartilhada por cidadãos, empresas, prefeituras e os governos estadual e federal.

Com relação a pneus, objeto deste estudo, a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) afirma que a produção de pneus atingiu aproximadamente 61,3 milhões de unidades em 2009. Já o Ministério do Meio Ambiente destaca que 40 milhões de pneus

usados são descartados anualmente e precisam de destinação adequada por parte dos produtores, proporcionalmente à quantidade produzida, como dispõe a resolução nº 416 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2013).

O descarte inadequado de pneus pode ocasionar problemas para o ambiente e para a saúde humana, pois os pneus usados ou inservíveis, quando descartados em pilhas ou em locais não adequados, tornam-se ideais criadouros de insetos, diversos vetores de transmissão de doenças, entre eles o *Aedes Aegypti*, mosquito transmissor da dengue. Além disso, oferecem risco de incêndio por queimar com facilidade, produzindo fumaça negra, altamente poluidora, podendo ainda causar contaminação de corpos d'água superficiais ou de aquíferos subterrâneos, tornando a água imprópria para o consumo.

A logística reversa apresenta um papel de destaque voltado à redução de resíduos sólidos através do adequado gerenciamento; conforme dados da Reciclanip (Associação que representa os fabricantes de pneus no Brasil e braço sustentável da ANIP), a logística reversa corresponde a 65% da produção de pneus novos do país (RECICLANIP, 2016).

Em 2013, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA apresentou documento que aborda a prevenção à degradação ambiental como consequência de pneus inservíveis, e as informações apuradas (com base em 17 empresas fabricantes e 604 importadoras declarantes do Cadastro Técnico Federal - CTF) afirmam que a meta de destinação nacional do ano de 2012 chegou a 95% do previsto em relação à destinação adequada (BRASIL, 2013).

Antes da aprovação da legislação brasileira, somente 10% dos pneus eram reciclados. Após a aprovação da legislação, o número de empresas cadastradas para recolher e destruir os pneus inservíveis passou de quatro para 65 empresas. Com o contínuo aumento da frota de veículos no Brasil, existe uma tendência ao aumento da quantidade de pneus inservíveis descartados (LAGARINHOS, 2012).

É possível perceber a importância da logística reversa de pneus automotivos para a sustentabilidade, uma vez que é um processo com custos, mas que propicia benefícios para a organização, para a sociedade e para o meio ambiente. Assim, se tornam imprescindíveis indicadores específicos que auxiliem no processo de gestão. De acordo com Bossel (1999), existem vários indicadores voltados a determinado segmento.

Para Deponti et al. (2002), indicador é definido como instrumento utilizado para mensurar possíveis modificações de um sistema e é importante ferramenta de avaliação. Além

disso, tem sido utilizado na administração na busca de uma visão integrada do objeto de estudo e auxiliando na tomada de decisão pelo administrador, a exemplo de indicadores de desempenho, voltados à avaliação de pessoas e projetos; indicadores econômico-financeiros, para a comparação de empresas e países; indicadores socioeconômicos, para a análise da sociedade; entre outros (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

Na logística, o uso de indicadores auxilia na avaliação e no controle do desempenho logístico e a busca por eficiência depende da alta qualidade nos serviços prestados ao cliente final. No entanto, atualmente, para se atingir esse objetivo, além do aprimoramento das atividades internas da empresa, é fundamental também que exista um alto nível de integração entre os parceiros de uma mesma cadeia.

As empresas e o mercado estão conscientizando-se de que não é possível atender às exigências de serviço dos clientes e, simultaneamente, cumprir com objetivos relacionados a custos da organização sem trabalhar de forma coordenada com outros participantes da cadeia de suprimentos. Assim, os indicadores de desempenho logístico podem monitorar a qualidade das atividades logísticas internas à empresa, a de seus parceiros (fornecedores) e atender ao mesmo tempo todos os requisitos legais no tocante a normas e leis que regem o cuidado com o meio ambiente e com as comunidades que podem ser afetadas pelo processo (FLEURY; LAVALLE, 2000).

O Ministério do Meio Ambiente afirma que, transcorrido o tempo de vida útil, o pneu é considerado um resíduo sólido. Embora não se enquadre na categoria de resíduos perigosos, ele merece atenção especial, pois é de difícil compactação, dentre outras especificidades. Quando os pneus entram em um estágio sem condição de reforma, passam a ser denominados inservíveis (BRASIL, 2010).

Dado o exposto, é importante destacar que o pneu possui uma vida útil que pode durar 25 mil a 70 mil quilômetros rodados, possibilitando à sociedade uma forma prática e ágil de deslocamentos. Contudo, ao mesmo tempo em que traz benefícios, o pneu chega a demorar mais de 100 anos para se decompor na natureza, trazendo diversos prejuízos à população e ao meio ambiente. Os pneus também podem obstruir vias e esgotos, ocasionando assim problemas nos períodos de enchentes nas cidades, além de contribuir com o acúmulo de dejetos nas lixeiras pelo país (FERRÃO, 2000; BRASIL, 2001; ZEIDLER, 2009).

Assim, o gerenciamento do retorno do pneu inservível está contemplado em lei e é de responsabilidade de todos os envolvidos da cadeia logística, ou seja, desde sua produção até seu retorno, quando não pode mais ser utilizado. Em Aracaju o recolhimento acontece sob a



responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde de Sergipe, motivada pela preocupação com a proliferação de doenças de veiculação hídrica. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente não possui nenhuma ação referente ao assunto, associado ao fato de não haver no estado de Sergipe nenhuma indústria de trituração do pneu ou qualquer tipo de utilização alternativa desse resíduo, o que motivou esta pesquisa (SMS, 2016).

Em Aracaju, bem como no estado de Sergipe, não é realizado o remanufaturamento de pneus inservíveis e, para esta pesquisa, foi analisada a fase de coleta e acondicionamento dos pneus inservíveis e sua logística até a empresa contratada pela Reciclanip para envio ao reciclador fora do estado.

É importante lembrar que, ao depositar pneus em terrenos a céu aberto, estes se tornam criadouros de mosquitos, vetores de doenças como dengue e malária. No caso de incineração, eles liberam gases tóxicos e óleos, que podem contaminar lençóis freáticos. Podem, ainda, gerar o assoreamento dos corpos d'água e entupimento de galerias fluviais. Morosini (2006) afirma que, com base nessa informação, os estados e municípios repassam parte de seus recursos orçamentários para o combate e prevenção da dengue, que possui incidência relacionada ao descarte inadequado de pneus.

Além disso, existem dificuldades na coleta porque o país não possui uma rede bem estruturada voltada à concentração de pneus usados. É importante enfatizar que estes geralmente se encontram em condições praticamente impróprias para reforma devido ao péssimo estado de conservação e manutenção das estradas brasileiras (LIMA, 2008).

Com base no exposto, esta pesquisa se propôs a responder à seguinte questão: “A logística reversa de pós-consumo de pneus automotivos em Aracaju, capital de Sergipe, utiliza práticas de gerenciamento de resíduos atendendo aos pressupostos da sustentabilidade ambiental?”. Teve como hipótese: “A logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE) não utiliza práticas de gerenciamento de resíduos de pneus inservíveis de forma a atender aos pressupostos da sustentabilidade ambiental”. A presente tese teve como objetivo geral analisar a sustentabilidade ambiental, econômica e social da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE), visando subsidiar o gerenciamento de pneus inservíveis. Para isso foram propostos os seguintes objetivos específicos: caracterizar a cadeia produtiva de pneus inservíveis em Aracaju (SE); selecionar e propor indicadores de sustentabilidade; e mensurar e avaliar indicadores de sustentabilidade.

Além da introdução, o trabalho encontra-se estruturado em três capítulos e conclusão. A introdução traz a contextualização da temática, a relevância do estudo, o problema, a tese e os objetivos da pesquisa. O primeiro capítulo contempla a fundamentação teórica conceitos relacionados a conceitos sobre indicadores de sustentabilidade e sua importância no processo de avaliação de índices que podem auxiliar na tomada de decisão na gestão ambiental. Aborda logística, seu surgimento, discussões atuais na visão de autores da área logística e como a temática logística no Brasil se coloca em evidência em relação às exigências do mercado. Também aborda a logística reversa e sua importância para os fluxos no sentido cliente-empresa, trabalhando a pós-entrega com o retorno dos produtos devolvidos e o pós-consumo como uma abordagem de reaproveitamento dos materiais, dentro das preocupações com a sustentabilidade.

No subitem seguinte descreve-se sobre pneus e a questão ambiental, abordando a preocupação com o descarte dos pneus inservíveis em acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Projeto de Lei N° 12.305, de 02 de agosto de 2010, e a importância de seu cumprimento.

Em seguida, no segundo capítulo foi delineado o percurso metodológico da pesquisa, a saber: a descrição da área de estudo, o paradigma, o método da pesquisa, assim como os instrumentos de coleta de dados e descrição dos indicadores utilizados, levantamento de dados, processo de caracterização da cadeia produtiva de pneus inservíveis em Aracaju, construção da matriz de indicadores de sustentabilidade com base no método DPSIR e descrição de como foi a mensuração dos indicadores e sua avaliação.

Para compor o capítulo “Análise e Interpretação dos Resultados”, realizou-se a caracterização da cadeia produtiva de pneus inservíveis em Aracaju e procedeu-se à análise qualitativa e quantitativa após mensuração dos índices de sustentabilidade ambiental, econômica e social voltados ao gerenciamento da logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju, capital do estado de Sergipe. E, por fim, apresenta-se uma síntese dos resultados da pesquisa, a conclusão, referências, apêndices e anexos.

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 Indicadores de Sustentabilidade

Para entender o conceito de indicadores de sustentabilidade, é necessário antes compreender a definição de Desenvolvimento Sustentável. Feitosa (2016, p. 27) escreve sobre a adoção de uma sustentabilidade ecológica sugerida por Leff (2009) e concebida enquanto critério de reconstrução dos parâmetros de desenvolvimento humano que possui como pilares a integração dos valores e potenciais da natureza, as externalidades sociais, os saberes subjugados e a complexidade das relações que se estabelecem entre os indivíduos e o ambiente. Essa nova racionalidade ecológica deve ser pautada na ética ambiental, que vincula a conservação da diversidade biológica do planeta ao respeito à heterogeneidade ética e cultural da espécie humana, deve ser priorizada a conservação da própria cultura e tradições, bem como os princípios da gestão participativa voltada ao manejo de recursos, de onde surgem formas culturais de bem-estar e a satisfação das necessidades das comunidades (LEFF, 2009, p.94).

Segundo Bossel (1999), desenvolvimento sustentável se trata de atividade humana voltada a alimentar e perpetuar o histórico cumprimento de toda a continuidade da vida na Terra, enquanto Bellen (2004) afirma que o conceito sobre desenvolvimento sustentável divulgado na ECO-92 alcançou destaque, tornando-se um dos termos mais utilizados para definir um novo modelo de desenvolvimento, no entanto, faltou uma discussão crítica e consistente sobre seu significado. Sachs (2007, p.22) recentemente simplificou tal conceito, identificando três dimensões principais:

É com esses adjetivos acrescentados ao conceito de desenvolvimento que se dá ênfase a alguns dos aspectos que devem ser priorizados. E, nessa lógica, trabalho atualmente com a ideia do desenvolvimento socialmente incluyente (emprego, pobreza e desigualdade), ambientalmente sustentável e economicamente sustentado. Ou seja, um tripé formado por três dimensões básicas da sociedade.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), a percepção sobre desenvolvimento, geralmente associada a progresso econômico, vai além da economia, pois existe integração com as dimensões social, ambiental e institucional.

Essas dimensões podem surgir de forma isolada ou associada às dinâmicas de sustentabilidade ecológica, ambiental, social e econômica, afirma Rodrigues (2006). O Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2000) destaca as seguintes dimensões: sustentabilidade espacial, sustentabilidade político-institucional e sustentabilidade cultural.

Para Lima e Rodrigues (2007), o desenvolvimento sustentável se preocupa com o crescimento, com a qualidade do crescimento com o objetivo de atender às necessidades humanas, atingir níveis sustentáveis de pobreza, conservar e preservar os recursos naturais e adaptar a tecnologia evitando impactos ao meio ambiente, incorporando economia e meio ambiente na tomada de decisão.

É muito importante entender a relação entre o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade; para isso, Feitosa (2016) destaca que a sustentabilidade vai além da definição de desenvolvimento sustentável, abraçando uma lógica circular e inclusiva que visa ao equilíbrio dinâmico dos ecossistemas, à cooperação e à qualidade de vida das pessoas (BOFF, 20015).

Pode-se então entender desenvolvimento sustentável como sendo o promotor da sustentabilidade. Leff (2008) propõe uma sustentabilidade ambiental que questiona as bases dos processos de produção e do paradigma econômico da modernidade, que vai de encontro ao modelo de desenvolvimento sustentável, assim, a ideia de sustentabilidade surge para ultrapassar o enfoque economicista do desenvolvimento sustentável (exploração dos recursos, orientação do desenvolvimento tecnológico e o marco institucional), implicando um modelo de práticas educativas (culturais e sociais) fundado em valores éticos e na responsabilização da sociedade pelas questões socioambientais (JACOBI; TRISTÃO; FRANCO, 2008).

O termo “desenvolvimento sustentável”, tal como está no documento *Nosso Futuro Comum*, foi sem dúvida um avanço de imensa importância. No entanto, significava apenas um ponto de partida para um debate que pudesse gerar ações concretas (VEIGA et al., 2008), pois desenvolvimento sustentável não é tarefa somente para uma geração; é um processo a ser instituído, um projeto global que demandará tempo, compromisso e esforço de várias gerações. No entanto, tem que se vencer primeiro os seus principais entraves a nível global, que podem ser agrupados de modo geral em entraves culturais, científicos, político-econômicos, sociais, éticos, ideológicos, psicológicos e filosófico-metafísicos (CAMARGO, 2005).

Assim, Quintas (2004) menciona que, ao se falar de sustentabilidade, é importante lembrar os diversos sentidos da palavra em si, "para que os atores sociais, em nome de seus valores e interesses, legitimem suas práticas e necessidades na sociedade e, assim, se fortaleçam nas disputas travadas com outros atores, que defendem outros valores e interesses" (FEITOSA, 2016, p.27).

Novas políticas públicas que valorizem as pessoas e o espaço em que elas vivem são necessárias e vislumbra-se a necessidade de o homem adotar padrões de vida e de consumo sustentáveis para minimizar as agressões ao ambiente e a melhor utilização dos recursos naturais (GADOTTI, 2008; BRUSEKE, 1998).

Dado o exposto, e reforçando o que foi supracitado, ressaltam-se, de acordo com Boff (2015, p. 43), as críticas realizadas por esse autor ao modelo-padrão de desenvolvimento sustentável que surge nos discursos oficiais, a saber, “para ser sustentável o desenvolvimento deve ser economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto”. O autor afirma que o conceito não contém elementos humanísticos e éticos, acrescentando a este outras pilastras complementares, tais como gestão da mente sustentável, generosidade, cultura, neuroplasticidade do cérebro e cuidado essencial.

O conceito de sustentabilidade possui fundamentos na Ecologia e está associado à capacidade de recomposição e regeneração dos ecossistemas, mas é importante destacar que a questão do meio ambiente e do desenvolvimento se trata de uma discussão repleta de conflitos e divergências entre as partes interessadas no tema (SACHS, 1993).

O autor segue mencionando que, para um grupo com orientação mais ecológica, as teorias da natureza e da sociedade são interdependentes e estão intrinsecamente relacionadas, não podendo ser consideradas de maneira separada. Para outra vertente de orientação econômica, a questão ambiental traz em seu bojo um conflito permanente entre a lógica da natureza com seus ecossistemas e a lógica do mercado com seus propósitos de lucro. Segundo um grupo voltado mais para a questão social, a discussão tem como base a crescente pobreza convivendo com o processo de concentração de riqueza.

Outro grupo discute a questão ambiental na ótica das concentrações urbanas em detrimento do esvaziamento das áreas rurais, adentrando na questão das culturas de massa, que substituem cada vez mais as identidades e valores culturais dos grupos sociais pelos modelos do mercado. Ainda existe um grupo que debate a questão na perspectiva da produção do conhecimento científico e tecnológico gerando riqueza ou ainda sobre a ausência dessa

produção acarretando pobreza nas nações sem perspectivas de desenvolvimento. Para finalizar destaca-se o grupo mais assentado nos conceitos da democracia que vê como fundamental a questão da participação da sociedade civil nos rumos do desenvolvimento sustentável (SACHS, 1993).

O autor supracitado reafirma que pensar em sociedade sustentável está associado à ampliação das preocupações voltadas a todas as dimensões do desenvolvimento, ou seja, deve-se começar permitindo as interações dos fenômenos do meio ambiente dentro de uma visão mais ampla dos problemas com os quais as sociedades, principalmente dos países periféricos, convivem, como a pobreza, a desigualdade social, a falta de trabalho, as concentrações urbanas, dentre outros problemas relacionados.

A abordagem do ecodesenvolvimento ou desenvolvimento sustentável, fundamentada no equilíbrio entre objetivos sociais, ambientais e econômicos, não se alterou desde o encontro de Estocolmo até as conferências do Rio de Janeiro. A recomendação da utilização dos oito critérios distintos de sustentabilidade (social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômico, política nacional e política internacional) é válida até hoje (SACHS, 2008).

Para Fernandes e Barbosa (2011), a sustentabilidade consiste em encontrar meios de produção, distribuição e consumo dos recursos existentes de maneira coesiva, economicamente eficaz e ecologicamente viável. De acordo com Sachs (1993), as dimensões da sustentabilidade abordam outras dimensões das atividades humanas, além da ecológica, tais como a sustentabilidade econômica, social, espacial, cultural, tecnológica e a política.

Essa classificação sobre as dimensões da sustentabilidade do desenvolvimento sustentável é importante para mensurar o grau de evolução e verificar quais dimensões devem ser avaliadas e acompanhadas ao longo do processo histórico. É necessário mensurar para entender de forma simplificada o grau de avanço do país sob o aspecto desse novo paradigma, abandonando aos poucos as metodologias tradicionais de indicadores de desenvolvimento.

Uma vez entendida a sustentabilidade e sua relação com o processo de desenvolvimento, se faz necessário entender o conceito de sustentabilidade enquanto dimensão, aspecto a ser mensurado. Assim, Boff (2015, p. 109) afirma que é possível tal mensuração pela capacidade de conservar o capital natural, permitir que se recupere, que se refaça por meio da inteligência humana, para que possa ser melhorado para gerações futuras.

Associadas a isso surgem iniciativas de mensuração do Desenvolvimento Sustentável através de indicadores. O objetivo é esclarecer questionamentos referentes à formulação de políticas públicas que relatam sobre a implantação de programas para estabelecer um crescimento e desenvolvimento sustentável de uma economia, possibilitando grandes mudanças no modo de vida da sociedade e na sua relação com o meio ambiente (SCANDER NETO, 2006).

O uso de indicadores de sustentabilidade deve contribuir com o processo de aferição e monitoramento em relação à sustentabilidade ambiental. A criação de indicadores ambientais, ou de sustentabilidade ambiental, se encontra em desenvolvimento dada a sua complexidade tanto em relação a modelos metodológicos quanto em sua listagem. Essas definições são complexas porque, entre nações, regiões e localidades, existem diferenças significativas. A determinação de tais indicadores se faz necessária para definir uma abordagem teórico-metodológica coerente (SANTOS, 2004).

Os indicadores são entendidos como estatísticas que sintetizam aspectos de um ou mais fenômenos, que resultam em informações importantes para propósitos analíticos e de intervenção, como também permitem sintetizar informações sobre uma realidade complexa e em constante mudança, sendo que as informações geradas resultam da variação do valor dos indicadores no tempo e no espaço. Nesse sentido, Andriaanse (1993) corrobora escrevendo que os indicadores são informações pontuais, no tempo e no espaço, de forma que sua integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade.

Ao se considerar o que foi exposto anteriormente, fica clara a necessidade de os indicadores requererem mais de um ponto de observação no espaço e no tempo para que possam confirmar seu potencial como uma das principais ferramentas que contribui na gestão para o desenvolvimento das atividades humanas dentro das dinâmicas ambientais e da natureza (TAYRA et al, 2006).

Nessa perspectiva, os indicadores são tidos como ferramentas fundamentais na busca pelo desenvolvimento sustentável, em que a sua qualidade pode possibilitar uma melhor ou pior avaliação e consequentemente determinar com maior ou menor perspicácia os rumos dos procedimentos a serem tomados. Quando os indicadores utilizados são bem selecionados, eles cooperam com a visão de informações que vão além das imediatamente aparentes, podem prever ou tornar perceptível uma tendência que não esteja claramente visível, evitando que ocorram resultados indesejáveis ou irreversíveis, ou seja, o

significado de um indicador vai além do que está sendo efetivamente mensurado (TAYRA et al., 2006).

Como uma das ferramentas de gestão, os indicadores são fundamentais na elaboração de um plano de desenvolvimento sustentável, nos mais diversos âmbitos, assim como no processo de monitoramento e avaliação da implantação do plano, além de contribuir nas fases de mobilização e conscientização da comunidade, favorecendo maior dinamismo no processo de gestão. Nesse sentido, os indicadores apresentam-se como principais instrumentos no processo de gerenciamento do desenvolvimento sustentável das atividades antrópicas na natureza (PHILIPPI JR. et al., 2005)

A utilização dos termos “índices” e “indicador”, muitas vezes, ocorre de forma inadequada à medida que são usados como sinônimos (SICHE et al., 2007). No entanto, de acordo, é possível propor uma distinção entre dados primários, dados processados ou estatísticos, indicadores e índice. Os dados primários são aqueles obtidos através de monitoramento e pesquisa que, ao passarem por tratamentos que visam à validação das informações coletadas e à realização de ajustes, conforme aspectos climáticos e econômicos, transformam-se em estatísticos, os quais descrevem fenômenos reais, porém, geralmente, necessitam de interpretação e explicação sobre os resultados. Já os indicadores devem fornecer mensagens que não necessitam de maiores interpretações. E, por fim, os índices representam agregação de indicadores (PHILIPPI JR. et al., 2005).

Segundo Siche et al. (2007), um índice representa um dado mais apurado proveniente da agregação de um jogo de indicadores ou variáveis, que pode auxiliar na interpretação da realidade de um sistema, ou seja, se trata de um valor agregado final, oriundo de todo um procedimento de cálculo em que se utilizam indicadores como variáveis que o compõem, sendo que o resultado obtido pode servir como um instrumento de tomada de decisão e previsão. O principal objetivo de um índice é proporcionar informações compactas e objetivas para contribuir com o gerenciamento e com as políticas de desenvolvimento, de modo a permitir que os decisores e o público possam entendê-los e relacioná-los.

Existem vários tipos de indicadores, dentre os quais é possível destacar: os indicadores ambientais, os indicadores de desenvolvimento sustentável e os indicadores de sustentabilidade ambiental. De acordo com Siche et al. (2007), os indicadores ambientais são aqueles que se ocupam de descrever, mostrar e capturar os principais estados e as



dinâmicas ambientais no território em questão. Podem ser apresentados sozinhos ou como parte integrante da dimensão ambiental nos indicadores de desenvolvimento sustentável.

O segundo tipo de indicador destacado, o indicador de desenvolvimento sustentável, pode ser definido como um parâmetro que serve para o monitoramento da sustentabilidade de um modelo adotado de desenvolvimento. Além disso, pode ser compreendido como um conjunto único que incorpora indicadores das dimensões econômicas, sociais, ambientais e suas inter-relações, mas não necessariamente integra a união dessas dimensões dentro de um ou vários indicadores (PHILIPPI JR. et al., 2005).

Ao se considerar que informações ambientais básicas são escassas ou pouco disponíveis, principalmente na América Latina, é possível compreender que os indicadores ambientais são menos desenvolvidos em relação aos econômicos e sociais. Já os indicadores de desenvolvimento sustentável são mais desenvolvidos, por contar com uma série de indicadores sistematizados e disponibilizados pela ONU, a qual possui o respaldo da comunidade internacional de especialistas e órgãos governamentais. A produção efetiva de indicadores de desenvolvimento sustentável na região da América Latina e Caribe tem consistido em construir conjuntos de indicadores que incorporam os principais indicadores provenientes das dimensões econômica, social e ambiental, sem integrar nem capturar adequadamente suas inter-relações (ONU, 2007; ONU, 1977).

O terceiro se trata dos indicadores de sustentabilidade que deve representar o mais fielmente possível o conceito de desenvolvimento sustentável. Siena (2002, p. 42) afirma que o desenvolvimento que permite o alcance do bem-estar do sistema, sendo entendido como composto pelos subsistemas humano e ecossistema considerados igualmente importantes.

Ao adotar a sustentabilidade, se faz necessária uma transformação na conduta de agentes econômicos e governamentais, bem como a busca de ferramentas para a sua avaliação. Diante da necessidade de metodologias voltadas a minimizar problemas por meio de estudos que envolvam a construção de indicadores de sustentabilidade, se faz necessário entender a importância destes por fornecerem orientação para a tomada de decisões e por traduzirem os conhecimentos na área das ciências sociais em sistemas de informação que são gerenciáveis, ajudam a mensurar os progressos e a calibrar os objetivos do desenvolvimento sustentável. A Organização das Nações Unidas (2007) afirma que indicadores podem auxiliar em decisões melhores e mais eficazes, além de disponibilizar informações aos tomadores de decisão política.

Para Meadows (1998), os indicadores são parte necessária de um fluxo de informações para tomar decisões, planejar ações e promover reflexões sobre a realidade. A Agenda 21(1997) traz uma definição de indicadores como sendo “métodos de avaliação das interações entre diferentes parâmetros setoriais ambientais, demográficos, sociais e de desenvolvimento”.

Para tanto, os indicadores têm sido utilizados na administração, seja ela pública ou privada, e Bossel (2009) afirma que são vários os indicadores voltados a cada ramo ou segmento que se queira analisar: indicadores de desempenho, econômico-financeiros, socioeconômicos, entre outros, resumindo assim diversas informações que permitirão a tomada de decisão (GOMES; CARMO; SANTOS, 2004).

É importante ressaltar que a construção de indicadores vem sendo utilizada de forma conjunta, agregando uma série de informações, buscando uma visão integrada do objeto de estudo. É importante que se estabeleçam critérios e métodos de forma coerente com os objetivos pretendidos e também com os recursos humanos (equipe interdisciplinar), materiais e financeiros disponíveis em um dado contexto (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

As dificuldades em selecionar indicadores de sustentabilidade ocorrem por falta de um consenso no conceito de desenvolvimento sustentável e sobre os objetivos a serem atingidos para se chegar à sustentabilidade, pois, para realidades diferentes, as respostas são diferentes. De acordo com a autora, indicador pode ser definido como um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema em um determinado período (SANTOS, 2004; SOUZA, 2008; SOBRAL, ALMEIDA e GOMES, 2012).

Existem características importantes a serem consideradas na definição dos indicadores, tais como ser significativo para a avaliação do sistema; ter validade, objetividade e consistência; ter coerência e ser sensível a mudanças no tempo e no sistema; ser centrado em aspectos práticos e claros, facilidade de entendimento e que contribua para a participação da população local no processo de mensuração; permitir enfoque integrador, ser de fácil mensuração, baseado em informações facilmente disponíveis e de baixo custo; permitir ampla participação dos atores envolvidos na sua definição, e permitir a relação com outros indicadores, facilitando a interação entre eles (VAN BELLEN, 2004).

Para que a escolha de indicadores seja coerente com os propósitos da avaliação, Deponti et al. (2002) ressaltam a necessidade de ter clareza em relação à avaliação sobre a forma, o tempo, o motivo e elementos imprescindíveis à avaliação, bem como de que maneira serão expostos,

integrados e aplicados os resultados para o melhoramento do perfil dos sistemas analisados (MAGALHÃES JUNIOR, 2010).

Leite e Belchior (2014) afirmam que a construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade exige uma equipe interdisciplinar. Indicadores são importantes ferramentas de avaliação, desde que seja possível relacioná-los aos conceitos e princípios de sustentabilidade, sendo capazes de avaliar e monitorar as tendências de desenvolvimento sustentável, definindo metas de melhoria dos sistemas; descrevem um processo específico. Eles devem refletir o objetivo de seus propositores garantindo a identificação dos propositores com os indicadores selecionados (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

Desta forma, para que a escolha de indicadores esteja de acordo com os propósitos da avaliação, Sánchez (2008) afirma que a clareza em relação aos aspectos supracitados é imprescindível, pois deverão orientar a definição quanto ao tipo de indicador recomendado para o monitoramento do objeto proposto (HOLANDA; GOMES, 2014).

Existe uma discussão em torno da sustentabilidade rumo à construção de instrumentos voltados a mensurar modificações nas características dos sistemas e a avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas. A construção de indicadores para avaliação de sustentabilidade e monitoramento de sistemas é necessária (DE BRITO, 2004).

Outros autores reforçam o conceito de indicadores, a exemplo de Wolff (2004, p. 32), "um indicador é um parâmetro ou um valor derivado de um conjunto de parâmetros e fornece informações sobre e/ou descreve o estado de um fenômeno". Enquanto Nardo et al. (2005) consideram indicador como uma medida quantitativa ou qualitativa derivada de uma série de observações que podem revelar posições relativas em uma determinada área ou região e, quando avaliado em intervalos regulares, um indicador pode apontar a direção das mudanças em diferentes unidades e através do tempo. O autor afirma que, por meio de indicadores, é possível subsidiar melhor a tomada de decisão e avaliar políticas públicas voltadas à sustentabilidade do desenvolvimento.

É notória a dificuldade para encontrar indicadores voltados a avaliar ou medir o desenvolvimento sustentável. Devem ser estabelecidas relações entre esses indicadores de modo a condicionar o crescimento da economia em direção ao desenvolvimento sustentável.

A Organização das Nações Unidas (2007) destaca que os indicadores de desenvolvimento sustentável devem ser de âmbito nacional; relevantes para avaliar os

progressos do desenvolvimento sustentável; em número limitado, mas que se mantenham em aberto e adaptáveis às necessidades futuras; amplos na abrangência da Agenda 21 e de todos os aspectos do desenvolvimento sustentável (AGENDA 21, 2003; PHILIPPI; ROMERO; BRUNA, 2004).

Diante do exposto, observa-se a dificuldade em se definirem indicadores para avaliar ou mensurar o desenvolvimento sustentável. Na sua elaboração, devem ser estabelecidas relações entre esses diversos indicadores de modo a condicionar o crescimento da economia em direção ao desenvolvimento sustentável (MALHEIROS; PHILIPPI JR.; COUTINHO, 2008).

Bossel (1999), além de Philippi e Pelicioni (2005), afirmam que o processo de busca de um indicador deve ser participativo e garantir que o conjunto englobe as visões e os valores da comunidade ou região para a qual é desenvolvido; que indicadores devem representar todas as grandes preocupações que pareçam relevantes e que observam a interação dos sistemas e o seu ambiente e, por fim, deve deduzir a viabilidade e sustentabilidade, comparando desenvolvimentos atuais e buscando caminhos alternativos de desenvolvimento.

Formular indicadores de sustentabilidade é um grande desafio técnico e, portanto, de acordo com Malheiros, Philippi Jr. e Coutinho (2008), ao se realizarem pesquisas com indicadores de sustentabilidade, torna-se essencial que sejam oriundos de informações existentes, bem como de problemas e situações reais.

Para a SEI (2006), os indicadores possuem como objetivo social a melhoria da comunicação entre representantes políticos e a sociedade para tratar temas complexos com necessidade de um consenso social sobre a estratégia de sua abordagem. Um indicador deve retratar um fenômeno que não é detectável pela observação direta, expresso por gráficos ou formas estatísticas (ADRIAANSE, 1993).

De acordo com SEI, 2006, p. 10, "os indicadores ambientais começaram a atrair atenções no final dos anos 70, embora existam registros de indicadores desde meados de 1800 utilizando dados de qualidade do ar e temperatura".

Um indicador ambiental pode ser entendido como a representação de um conjunto de dados, informações e conhecimentos acerca de determinado fenômeno urbano/ambiental capaz de expressar de maneira simples e objetiva, as características essenciais e o significado desse fenômeno aos tomadores de decisão e à sociedade em geral. Sua adoção envolve a perspectiva de ser utilizado no acompanhamento de cada fenômeno urbano/ambiental ao longo do tempo, no

sentido de avaliar o progresso ou retrocesso em relação ao meio ambiente (SEI, 2006, p. 10).

Os indicadores e índices podem ser usados para um conjunto de diversas aplicações. Os indicadores quantitativos devem identificar quatro parâmetros-chave: a unidade de medida, o tipo de medida (absoluta ou relativa), o período da medida e a abrangência da medida. Os indicadores qualitativos também são comuns em áreas sociais e culturais, porém com critérios que permitam avaliá-los para a sua definição (SEI, 2006; MOLDAN; JANOOUKOVÁ; HÁK, 2012).

De acordo com os critérios definidos em OCDE (2002), para medir desempenho é necessário estabelecer objetivos; considerar particularidades relativas às características locais, culturas e instituições; e reduzir a incerteza.

A Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável iniciada em 1995 propõe uma lista de 134 indicadores de desenvolvimento sustentável. Outras iniciativas utilizam indicadores de sustentabilidade ou de desenvolvimento sustentável para fins de orientação de políticas públicas. Outros, como o Global Reporting Initiative (2006), propõem indicadores de sustentabilidade para Relatórios de Sustentabilidade das Empresas (SEI, 2006).

Para fundamentar esta pesquisa (SEI, 2006, p. 12),

[...] considerou-se Indicadores de Sustentabilidade Ambiental – ISA um termo similar a Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - IDS. A disponibilidade dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental - ISA tem sido priorizada para ações estratégicas governamentais e empresariais na definição de suas políticas e medidas voltadas à gestão ambiental, bem como na aplicação dos instrumentos pelas mesmas. São ferramentas que norteiam uma ação e oferecem subsídios ao acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto, os indicadores devem subsidiar os tomadores de decisões governamentais em relação a informações que permitam a avaliação da realidade ambiental e das possibilidades de mudança, buscando uma melhor avaliação das políticas públicas e a devida compreensão de suas consequências.

Feitosa (2016, p. 56) afirma, tomando como base conceitos de Bellen (2006) e de Minayo (2009), que, apesar de sua utilidade, indicadores não são instrumentos perfeitos e universais, o que torna necessário conhecer as particularidades dos diferentes sistemas, suas características e aplicações. Os objetivos a que estes se propõem devem ser definidos rigorosamente, já que sua funcionalidade depende do critério de seleção, estruturação e

organização hierárquica dos dados discriminados. A seleção de indicadores com impacto na no gerenciamento de logística reversa de pneus inservíveis requer dados de diferentes fontes, pois vários determinantes ambientais, econômicos e sociais têm reflexos diretos nesse setor.

Vários modelos de metodologias para elaboração de indicadores foram desenvolvidos pelo mundo, destacando-se: modelos com base na economia (modelo contábil); modelos de vinculação com o bem-estar ambiental e humano (modelo pirâmide) e modelos sistêmicos ou de integração de causa e efeito (OCDE, 2002).

Dado o exposto e partindo de uma visão sistêmica que se impõe na abordagem da questão ambiental, destaca-se o modelo que expressa a cadeia de relações causa-efeito que tem predominado nas principais experiências internacionais, sendo sua concepção adotada pela Comissão do Desenvolvimento Sustentável. Esse modelo será a base conceitual que se adotou nesta pesquisa para a proposição de indicadores (SEI, 2006, p. 14).

SEI (2006, p. 15) destaca que

a concepção da cadeia causal pressupõe que a inserção dos critérios de sustentabilidade implica a interação entre fatores econômicos, sociais e ambientais. Assim as informações ambientais devem ser sistematizadas a partir de uma cadeia causal de interações entre a sociedade e o ambiente, verificando-se o que está acontecendo ao estado do ambiente, o motivo e o que se está fazendo a respeito.

Assim, para definir indicadores de sustentabilidade, é necessário conhecimento e domínio dessas interações. A estrutura lógica dessa sistematização tem considerado como modelo básico o Pressão–Estado–Resposta.

A identificação das limitações do modelo PER tem levado à sua evolução e à conformação de outros resultantes de derivações dessa concepção:

- Pressão–Estado–Resposta (PER) ou (PSR);
- Força Motriz–Situação–Resposta (FMSR) ou (DSR);
- Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (FMPSIR) ou (DPSIR);
- Pressão–Estado–Impacto–Resposta (PEIR);
- Pressão–Estado–Resposta–Efeitos (PERE) (OLIVEIRA et al., 2007).

Fernandes e Barbosa (2011) afirmam que o modelo Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (DPSIR) derivou do PER, que foi introduzido pela Agência de Ambiente Europeia como uma base para seu programa sobre indicadores de pressão do meio ambiente. Atualmente se trata de um método recomendado pela *United Nations Convention to Combat Desertification - UNCCD* e tem como base um conceito no qual as atividades humanas (Força Motriz) exercem pressão no ambiente (Pressão), sendo as causas primordiais dos problemas ambientais, como consequência, essas forças exercem pressões que afetam o estado do ambiente (Estado). Além de conhecer os fatores de Estado e Pressão, se faz necessário atuar sobre as forças que os conduzem para mitigar os efeitos.

A representação da cadeia causal consiste em sistematizar os indicadores que relacionem os fatores causais, identificando seus principais componentes, os fatores ambientais de impacto e as consequências sofridas e a forma de relacionar os resultados gerados com as devidas medidas de gestão.

Diversos países sugerem o modelo PER enquanto uma concepção de referência teórica básica, uma vez que permite ajustes e derivações comparativas entre nações, regiões, localidades e setores, o que torna possível concluir que um modelo satisfatório deve considerar, com a maior desagregação possível, as diversas fases do ciclo da cadeia causal, assim chega-se a uma proposta de desagregação adaptada de Bell e Morse (2005), que impõe uma base de informações que leva a uma adaptação do modelo em função da disponibilidade de dados e da possibilidade de sistematização dos dados existentes.

A definição desses indicadores exige uma abordagem teórico-metodológica que permita refletir a cadeia causal em cada realidade em questão, incluindo os processos de intervenção ambiental nessa realidade.

De acordo com SEI (2006, p. 16), a análise desses modelos demonstra a complexidade exigida na construção dessas relações causais e aponta a preferência pela abordagem mais desagregada, representada pelo modelo Força Motriz – Pressão – Estado – Impacto - Resposta (FMPEIR), também denominada DPSIR, como a mais indicada para iniciar e atingir uma apreensão satisfatória da realidade ambiental. É importante destacar que esse modelo considera tanto a cadeia causal quanto as circunstâncias da logística disponíveis na sistematização das informações necessárias.

Vale lembrar que esta pesquisa tem o objetivo de avaliar a sustentabilidade do gerenciamento da logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju/SE, então, será dado

enfoque ao método DPSIR desenvolvido por pesquisadores renomados mundialmente.

Para Veiga (2008), a maior dificuldade encontrada para medir a sustentabilidade está na sua natureza multidimensional, que tornará duvidoso e discutível qualquer esforço de se encontrar um modo de mensuração que possa ser representado por um índice sintético. O modelo supracitado tem predominado em experiências internacionais e sua concepção é adotada pela Comissão Desenvolvimento Sustentável - Organização das Nações Unidas. Assim, esse modelo será a base conceitual que se adotará para a proposição de indicadores que se pretende formular para Aracaju (SE).

A clareza do que se quer estudar é determinante para delineamento do sistema de indicadores a ser definido na pesquisa. A dos melhores indicadores surge com base na percepção do pesquisador e é única, o que pode ser considerado uma limitação, pois essa percepção pode ser falha, caso não se faça um diagnóstico mais próximo da realidade, é possível ocultar pontos importantes da análise. A sequência metodológica proposta nesta pesquisa, buscando uma abordagem integrada e sistêmica das ações humanas, adotou três escopos, a saber: social, ambiental e econômico, por representarem de maneira mais correta a realidade (GOTO; SOUZA, 2008).

Para chegar à avaliação da sustentabilidade, é necessário definir seus componentes de forma mensurável e a clara determinação de responsabilidade para se avaliar o progresso. Desse modo, os indicadores, do ponto de vista estratégico, facilitam a velocidade de resposta e de redefinição para novas alternativas e alcance dos objetivos (COSTA, 2011).

Para o levantamento, entendimento e seleção de indicadores ambientais, se faz necessária a identificação dos impactos ambientais do descarte indevido de pneus inservíveis e sua devida importância para a comunidade de Aracaju. Os fatores ambientais devem se voltar a medidas de impactos sobre o meio ambiente e a expressões que contenham informações sobre as condições ambientais, podendo ser expressos por meio de Força Motriz/Pressão/Estado/Resposta/Prospectivo, modelo proposto pela OCDE (1998).

Dessa forma, o gerenciamento da cadeia de logística reversa de pneus inservíveis se torna relevante para manutenção da saúde e da qualidade ambiental nas comunidades envolvidas, uma vez que o impacto devido ao acúmulo de pneus em terrenos, rios e alocações indevidas podem não só contaminar solo, água e ar, como também causar doenças endêmicas nos seres humanos com consequências ainda em análise (KWEITEL; SANCHEZ, 2007).



Nesse contexto, estudos sobre indicadores ambientais voltados ao gerenciamento sustentável da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis podem contribuir para o entendimento da comunidade sobre a importância da correta destinação dos pneus após o consumo auxiliando na construção de políticas públicas. Assim, a utilização do modelo Força Motriz/Pressão/Estado/Resposta/Prospectivo pode auxiliar na gestão para que haja diminuição da degradação ambiental e recuperação de áreas afetadas (FILHO, 2005).

Com o intuito de propor um modelo para sistematização de indicadores ambientais voltados à capital do estado de Sergipe e que abranja a cadeia de logística reversa de pneus inservíveis na fase de acondicionamento do material (pneus), esta pesquisa buscou fazer uso de um modelo de integração de causa e efeito que busca expressar as relações entre a qualidade ambiental (estado) e os seus fatores causais (de pressão), bem como as iniciativas geradas ou induzidas, como resposta às comprovações proporcionadas por esses indicadores (OCDE, 2002).

O modelo Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (FMPSIR) ou (DPSIR) é considerado o ideal pela literatura, pois considera as atividades humanas que geram ações ou pressões de alterações no ambiente que vão degradar a situação do ambiente que, por sua vez, poderão originar impacto na saúde humana e nos ecossistemas, fazendo com que a sociedade responda por meio de medidas políticas no intuito de demonstrar a cadeia causal por meio da desagregação dos fatores causais ou pela desagregação das consequências no ambiente (SEI, 2006).

São inúmeras as propostas desenvolvidas com o objetivo de mensurar o desenvolvimento sustentável e que utilizaram como ferramenta de análise a orientação da Comissão do Desenvolvimento Sustentável. Destaca-se a importância dos indicadores na avaliação da sustentabilidade e a escolha destes na presente pesquisa que aborda o gerenciamento da logística reversa de pós consumo de pneus inservíveis. Para isso, se faz imprescindível abordar no próximo capítulo conceitos inerentes à logística, seu histórico, a logística reversa e sua relação com a questão ambiental.

## 1.2 Conceitos e histórico da Logística

O termo “logística” tem sua origem remota no grego “*logistikos*”, que significa a ideia de habilidade em calcular. Fontes (2012) afirma que o exército grego passou a utilizar logística nas guerras quando começou a calcular de forma lógica os suprimentos e contingentes necessários. A palavra “logística” foi de uso exclusivamente militar, uma vez que os generais pensaram em estudar a guerra com o objetivo de permitir que nada pudesse faltar ou ficar em excesso (LEITE et al., 2017).

Na história da humanidade, há relatos de que o uso da lógica matemática nas guerras se estendeu através dos tempos e das civilizações. Posteriormente, é possível encontrar na civilização romana o termo “*logisticus*” com o mesmo significado. No século XVII, na França, surgiu a palavra “*logis*” de uso exclusivamente militar. No exército francês existia o cargo de *marechal generale de logis*, o que sinalizava a inserção da logística nas decisões de nível estratégico, visando às manobras militares (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002).

A primeira obra que registra o termo “logística” como ciência de guerra surge em 1836 com o estrategista militar Antoine Henri Jomini (1779-1869), que esclareceu de maneira simples a logística militar. Fontes (2012) afirma que a palavra “*loger*”, do idioma francês, significa “alojar” e faz menção a transporte, abastecimento e alojamento de tropas militares.

No século XX, a logística militar evoluiu devido à necessidade de maior deslocamento das tropas. Para movimentar suas tropas, os generais precisavam ter uma equipe que providenciasse a guarda e o deslocamento, na hora certa, de munição, alimentos, equipamentos dos mais diversos, rouparias, combustíveis, medicamentos, enfim, todo o conjunto necessário para a prática de uma guerra (NOVAIS, 2007).

Em seguida, no século XXI, observou-se, na guerra travada no Iraque, a importância da logística militar quando o avanço das tropas americanas em direção a Bagdá atrasou em alguns dias devido a incidentes relacionados à logística. Alguns problemas com a velocidade no deslocamento das tropas de combate e das tropas de logística proporcionaram um descompasso separando-as, resultando assim em um desabastecimento (FONTES, 2012).

Assim, o autor ainda explica que, para denotar a importância da logística militar, é possível analisar a relação entre soldados de combate *versus* soldados de logística. Segundo cálculos de especialistas, na matéria do contingente das forças de coalizão da ONU na referida

guerra, dos 300.000 soldados que atuaram no Iraque, apenas 100.000 lutaram realmente; os outros 200.000 trabalharam na logística.

Daher et al. (2004) afirmam que estudiosos da Ciência da Administração, observando como a excelente prática dos eventos logísticos nas organizações militares poderia definir vitórias nas batalhas, começaram a pensar sobre a aplicação do conceito nas empresas, visto que, assemelhando-se a um exército, uma organização tem a necessidade de transportar seus produtos até os depósitos ou até as lojas dos seus clientes que os entregarão ao consumidor final, bem como providenciar e armazenar matéria-prima e outros materiais em quantidades suficientes para garantir a produção. Observa-se ainda a necessidade de manter produtos acabados em estoque em razão das discontinuidades entre produção e demanda (TERPRASIT; YUVANONT, 2015).

Somente a partir dos anos cinquenta, após o término da Segunda Grande Guerra Mundial, a logística passou a ser tratada pela Administração de Empresas, surgindo a necessidade de armazenar, transportar e trocar produtos das mais variadas espécies possíveis. Segundo Bowersox e Closs (2007), antes da década de 50, as empresas executavam a atividade logística de maneira puramente funcional, não existindo um conceito formal. Já Ballou (2012) assegura que, até a década de 50, o campo permanecia estagnado em relação aos anos adormecidos da logística.

Sobre o conceito de Logística, destaca-se o atual *Council of Supply Chain Management* (órgão americano que congrega profissionais do gerenciamento logístico) que se chamava inicialmente *National Council of Physical Distribution Management*, ou seja, Conselho Nacional do Gerenciamento da Distribuição Física, modificando assim o termo Administração da Distribuição Física para Gerenciamento da Cadeia de Suprimento que envolve a Administração Logística (FRANCISCHINI; GURGEL, 2011).

Para o autor, o Conselho Americano supracitado afirma que a logística trata do planejamento das necessidades de materiais e serviços, a matéria-prima, passando pela compra, acompanhamento de seu transporte do fornecedor até a empresa, recebimento, armazenamento, controle do estoque, movimentação interna até a produção, depósito de produtos acabados, distribuição física até os centros de distribuição, atacadistas e varejistas; e, finalmente, o abastecimento dos segmentos do mercado com a entrega definitiva ao consumidor.

Já em uma fase intermediária, em torno da década de 90, o Conselho Nacional do Gerenciamento da Distribuição Física (*National Council of Physical Distribution Management*) passou a ser chamado Conselho do Gerenciamento da Logística (*Council of Logistics Management*) e, em seguida, a partir de janeiro de 2005, o *Council of Logistics Management* mudou seu nome para *Council of Supply Chain Management*, acompanhando a necessidade de expandir sua abordagem no sentido de prover a integração não só internamente, entre os setores de uma organização, como também externamente, envolvendo os fornecedores e os clientes da empresa, com o objetivo de trabalhar em um clima de parceria (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000).

Para os autores supracitados, o revolucionário conceito *Supply Chain Management*, que começou a se desenvolver no início dos anos 1990, inclui um conjunto de processos, inclusive o logístico, exigindo ainda uma abordagem que envolve a integração de informações e o controle de todos os serviços necessários.

Em seguida, em 1991, quando o *Council of Supply Chain Management Professional* seria ainda denominado *Council of Logistics Management*, o órgão americano considerou os fluxos físicos de materiais e os fluxos de informações, bem como todos os serviços necessários e correlatos. Dias, 2012 e Krikke (1998), afirmam que, na sequência, em outubro de 1999, o então *Council of Logistics Management* adaptou a definição de 1991. Quase dez anos depois, a logística empresarial passou a ser tomada como parte integrante do gerenciamento da cadeia de suprimento. E, por fim, de acordo com Fontes (2012, p.12), em 2009 essa mesma entidade definiu logística como:

Processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, de custos efetivos, estoques de matéria-prima, recursos circulantes, mercadorias acabadas e informações relacionadas do ponto de origem ao ponto de consumo com a finalidade de atender aos requisitos do cliente.

Diante do exposto, e situando o Brasil dentro desse histórico, o desenvolvimento e a importância da logística no país tornaram-se evidentes a partir da década de 1990, quando a redução das tarifas de importação em diversos setores econômicos propiciou maior internacionalização do país, alterando fortemente o panorama empresarial nacional. Novos padrões de competitividade surgiram de forma gradativa no mercado brasileiro, semelhante aos observados nos países mais desenvolvidos. Tornaram-se objetivos claros nas empresas os níveis de serviços elevados e as novas práticas de relacionamento com os diversos integrantes da cadeia produtiva (DAHER; SILVA; FONSECA, 2004).

Em 1994, com a estabilização da moeda, foram observadas transformações em relação à logística no Brasil, pelo expressivo desenvolvimento e aumento de transações empresariais em diversas cadeias industriais e agropecuárias, percepção dos valores de estoques envolvidos, presença marcante de operadores logísticos internacionais no Brasil, privatizações realizadas nas áreas ferroviárias, portuárias e hidroviárias e, certamente, pela maior participação do país no cenário internacional. Existe relação entre o resultado dessa internacionalização com um crescimento de atividade significativa em diversas cadeias produtivas, tanto nas existentes como nas de novos produtos, que colocam em destaque a contribuição da logística (BALLOU, 2012; LEITE et al., 2017).

Desta forma, as políticas de logística no Brasil se colocam em evidência em relação às exigências do mercado, maior conscientização empresarial voltada a suas possibilidades competitivas e preocupação com custos, bem como a necessidade de melhorias na rede de transportes e a exigência de profissionais especialistas na área (BAUDIN, 2005).

O objeto desta pesquisa, estuda se a Logística Reversa, a qual trata os fluxos no sentido cliente-empresa, trabalhando a pós-entrega com o retorno dos produtos devolvidos e o pós-consumo como uma abordagem de reaproveitamento dos materiais dentro das preocupações com a sustentabilidade ambiental.

### **1.3 Logística Reversa**

Nas últimas décadas, impactos ambientais causados por produtos e processos industriais tornaram-se uma preocupação, estimulando modificações em hábitos de consumo, bem como a sensibilidade empresarial sobre a importância desses canais reversos sobre sua imagem (DAHER; SILVA; FONSECA, 2012).

Tachizawa (2008) destaca a importância de regulamentações expressas que visam equacionar melhor o retorno dos produtos em geral, reduzindo seu impacto no meio ambiente, e outros aspectos evidenciados que justificam o interesse crescente pelas oportunidades e riscos dos canais de distribuição reversos de pós-consumo. Nessas condições, a logística reversa cresceu em visibilidade, o que levou a uma quantidade maior de estudos e evolução de sua definição (DIAS, 2011).

Dado o exposto, Stock et al. (2002) definem logística reversa como uma perspectiva de negócios e apontam a importância da logística no processo de retorno de produtos, redução

na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reúso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura, sendo o retorno de produtos, mais especificamente o retorno de pneus inservíveis, enquanto bem de pós-consumo, o objeto do presente trabalho (CHAN et al, 2012).

Sendo assim, Correa (2014) destaca que produtos apresentam ciclos de vida útil, sendo descartados de diferentes maneiras, constituindo itens de pós-consumo e resíduos sólidos em geral. São exemplos de tipo de material de canal reverso que possuem mercados secundários: os veículos, eletrodomésticos, produtos de informática, vestuário, entre outros exemplos. Essas são situações em que canais reversos de reúso são estabelecidos como aqueles em que se tem a continuidade do uso de um produto (ou de parte deste) de pós-consumo (CLM, 1993).

Jabbour (2015) afirma que, economicamente, a distribuição é determinante para organizações porque existe a necessidade de fazer com que o produto chegue de forma adequada ao local estabelecido previamente no prazo correto, atendendo assim a níveis de serviços específicos do cliente, garantindo seu posicionamento competitivo no mercado. Assim, Kotler e Keller (2006) explicam que canais de distribuição diretos são formados por etapas em que produtos são fabricados e comercializados até chegar ao consumidor final. Deste modo, distribuição é a atividade responsável pela movimentação que faz com que os produtos cheguem ao consumidor final (FENKER, 2015; FULLER & ALLEN, 1995).

Valle (2014) destaca que é recente a preocupação com relação aos canais de distribuição reversos e com relação aos meios em que esses produtos, pouco utilizados, com ciclo de vida útil ampliado ou extinto, retornem ao ciclo produtivo, adquirindo novo valor no mercado original, sendo reaproveitados.

O motivo do pouco interesse pelo estudo dos canais de distribuição reversos está na sua desvalorização econômica ao serem comparados aos canais de distribuição diretos. O valor dos bens que retornam é baixo quando comparado aos canais dos bens originais (LACERDA, 2002; ROGERS, 2001).

Existem duas categorias de canais de distribuição reversos, definidas como de pós-consumo e de pós-venda:

**Os canais de distribuição reversos de pós-consumo** são formados pelo fluxo reverso de parte dos produtos advindos do descarte que, depois de finalizada sua utilidade original, retorna ao ciclo produtivo (LEITE, 2009, p. 8).

**Os canais de distribuição reversos de pós-venda** são constituídos por diferentes possibilidades de retorno de uma parte de produtos, com pouco ou nenhum uso, no sentido inverso (do consumidor ao varejista ou ao fabricante, do varejista a processos comerciais entre empresas), retornando ao ciclo de negócios (LEITE, 2009, p. 10).

Com base no exposto, esta pesquisa estudou se a logística reversa de pós-consumo de pneus automotivos em Aracaju, capital de Sergipe, utiliza práticas de gerenciamento de resíduos atendendo aos pressupostos da sustentabilidade ambiental. Na busca por essa resposta, é mister reassaltar que a economia ambiental se baseia na ampliação do mercado e valoração monetária dos recursos ambientais, supõe que as externalidades fora do mercado podem receber uma valoração monetária suficiente, ou seja, reduzir é o problema. Essa externalidade negativa produzida pelo sistema econômico torna-se um problema econômico, social e ambiental. Internalizar as externalidades é necessário e o retorno dos pneus de forma efetiva é a internalização de uma externalidade do processo.

Para Ballou, Lima e Caixeta (2001), após os bens de pós-consumo atingirem seu fim de vida útil, e já esgotadas todas as possibilidades de gerar novo valor, se encontram à disposição final em aterros sanitários ou são incinerados. É necessário entender conceitos como remanufatura, desmanche, reciclagem e disposição final, pois ajudam na compreensão sobre a vida útil e o reaproveitamento de um produto:

1. **Remanufatura:** é a desmontagem do produto usado e remontagem do produto, após devido tratamento, de forma que este passe a apresentar perfeitas condições de funcionamento, idênticas às de um produto novo.
2. **Desmanche:** um processo industrial em que o produto é desmontado e seus componentes em condições de uso ou de remanufatura são separados e destinados ao desmanche. Já os materiais sem condições de revalorização são destinados à reciclagem.
3. **Reciclagem:** se busca atribuir valor aos materiais constituintes dos produtos descartados transformando-os em matérias-primas secundárias ou recicladas que serão utilizadas na fabricação de novos produtos.
4. **Disposição final:** último local de destino para o qual são enviados produtos, materiais e resíduos em geral sem condições de revalorização. Geralmente são depositados em aterros sanitários tecnicamente controlados ou são incinerados, atribuindo valor pela queima e extração de sua energia residual (CLM, 1993; RLEC, 2004).

Tais produtos ou materiais de pós-consumo, quando não retornam ao ciclo produtivo se tornam acúmulos que, em alguns casos, excedem as possibilidades e capacidades de estocagem, transformando-se em problemas ambientais (CLM, 1993; ANDRADE & TACHIZAWA, 2002).

Além de possíveis oportunidades econômicas a partir desses reaproveitamentos, reutilizações, reprocessamentos e reciclagens, a sustentabilidade nessa situação pode ser utilizada em favor da imagem da empresa como diferenciação estratégica com o objetivo de fixar posição no mercado e adquirir vantagem competitiva (FONTES, 2012; BALLOU, 2001).

Com relação aos impactos dos produtos sobre o meio ambiente, as sociedades têm desenvolvido uma série de legislações e novos conceitos de responsabilidade empresarial, de modo a adequar o crescimento econômico às variáveis ambientais (BATHOLOMEU; CAIXETA, 2011).

Lagarinhos e Tenorio (2012), além de Leite e Belchior (2014), descrevem que as legislações ambientais abordam os aspectos do ciclo da vida útil de um produto desde a fabricação, regulamentando a produção. Afirma que as regulamentações que existem atualmente proíbem o descarte de móveis, eletrodomésticos, eletroeletrônicos, baterias de automóveis e pilhas em aterros sanitários, e finaliza destacando que no Brasil existem diversas legislações nas diferentes esferas (federal, estadual e municipal) que estabelecem formas de conduta sobre os impactos ambientais.

#### **1.4 Pneus e a Questão Ambiental**

Tendo como objeto desta pesquisa a logística reversa de pneus inservíveis automotivos, é importante ressaltar o que considera o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo Art. 8º, Inciso VII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno em relação a esse tema, considerando:

- A necessidade de disciplinar o gerenciamento dos pneus inservíveis; que os pneus dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que podem resultar em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública;



- De assegurar que esse passivo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de forma ambientalmente adequada e segura;
- Considerando que a importação de pneumáticos usados é proibida pelas Resoluções n. 23, de 12 de dezembro de 1996, e 235, de 7 de janeiro de 1998, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); Os pneus usados devem ser preferencialmente reutilizados, reformados e reciclados antes de sua destinação final adequada; o disposto no Art. 4º e no Anexo 10-C da Resolução CONAMA nº 23, de 1996, com a redação dada pela Resolução CONAMA nº 235, de 7 de janeiro de 1998.

O art. 70 do Decreto nº 6.514, de 22 de julho 2008, impõe pena de multa por unidade de pneu usado ou reformado importado; a liberdade do comércio internacional e de importação de matéria-prima não deve representar mecanismo de transferência de passivos ambientais de um país para outro, resolve:

Art. 1º Os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg (dois quilos), ficam obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução.

§ 1º Os distribuidores, os revendedores, os destinadores, os consumidores finais de pneus e o Poder Público deverão, em articulação com os fabricantes e importadores, implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no País, previstos nesta Resolução.

§ 2º Para fins desta resolução, reforma de pneu não é considerada fabricação ou destinação adequada.

§ 3º A contratação de empresa para coleta de pneus pelo fabricante ou importador não os eximirá da responsabilidade pelo cumprimento das obrigações previstas no caput deste artigo.

De acordo com dados do IBGE (2010), em 2009 a produção de pneus no Brasil correspondeu ao total de 61,3 milhões de unidades, avaliadas em R\$ 9 bilhões (nessa época ocorreu a maior desvalorização do dólar em relação ao Real, o que foi bom para importação de pneus). Conforme a Associação Nacional de Importadores de Pneus - ANIP, em 2014 foram produzidos 68.776,99 pneus. O crescimento do setor de pneus está relacionado ao crescimento da frota e, por conseguinte, provoca impacto ambiental. Os parâmetros da determinação dos tipos de um pneu são durabilidade (relacionada à resistência do pneu aos fatores externos que podem estragar o pneu), a vida útil (associada ao desgaste do pneu e à

manutenção oferecida ao fornecedor de pneu) e o sistema de codificação (ligado às medidas físicas do pneu, tais como largura x altura). O pneu tem um comportamento diferenciado com relação ao tipo de carga que vai ser transportada.

- Vida útil - determinada por fatores dependentes e independentes ao usuário, como a manutenção da pressão dos pneus e da parte mecânica do veículo, conhecida como geometria, que aumentam a vida do pneu. Todavia, acidentes podem reduzir a vida de pneus (como um choque contra obstáculo ou um problema no sistema mecânico do veículo).
- Dimensão - depende do tipo de veículo.
- Sistemas de codificação - existem dois sistemas de codificação do pneu de carga, em que são considerados o de polegadas e milímetros o Polegadas – o sistema de polegadas é utilizado para pneus de carga que utilizam câmara de ar e sua altura é 100% o valor de sua largura. Os pneus com essa característica têm um perfil proporcional que varia conforme o seu tamanho. O Brasil possui 15 fábricas de pneus e o setor gera mais de 26,2 mil empregos diretos e 100 mil indiretos. Em 2011, as nove empresas associadas à Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) produziram 66,9 milhões de unidades (VIOTTI (2017); ARAUJO , 2013).

Destaca-se que a frota de automóveis no Brasil contou com uma produção de 27,5 milhões de unidades em 2009 (IBGE, 2010). Com base nos dados do Denatran, a frota de veículos automotivos no estado de Sergipe era de 622.583 veículos no ano de 2014.

A ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), entidade que representa os fabricantes de pneus novos no Brasil, criou, no ano de 1999, o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis, e passou a ser responsável em 2002 pela coleta e destino adequado dos produtos usados e inservíveis, conforme resolução do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, fabricantes e importadores de pneus,.

O projeto teve início em 1999, com o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis implantado pela Anip. De acordo com o site da Reciclanip (2011), a ANIP, fundada em 1960, é uma entidade civil sem fins lucrativos que possui como objetivo representar objetivos comuns de fabricantes de pneus novos instalados no Brasil de acordo com a Resolução 416/2009 do CONAMA.

A ANIP e os fabricantes de pneus foram responsáveis pela criação da Reciclanip, que possui um processo de gestão na área de pós-consumo com o objetivo de trabalhar exigências legais quanto à responsabilidade da indústria de pneumáticos e suas questões ambientais. São recolhidas pela Reciclanip 20 mil toneladas mensais (uma tonelada contém, em média, 200 mil pneus) (SANTOS; BOTINHA; LEAL, 2015).

O programa da ANIP foi ampliando sua atuação no país, o que levou os fabricantes a criar uma entidade voltada exclusivamente para a coleta e destinação de pneus no Brasil. Assim surgiu a Reciclanip, em 2007, para consolidar o programa nacional de coleta e destinação de pneus inservíveis. As atividades atendem à resolução 416/09 do CONAMA, que regulamenta a coleta e destinação dos pneus inservíveis.

No ano de 2007, a Reciclanip assumiu a responsabilidade sobre o processo logístico de retirada dos pneus inservíveis do ponto de coleta e pela destinação do material em empresas licenciadas. Os diversos participantes dos canais reversos de pneus usados (consumidores, revendedores, reformadores e fabricantes) estão envolvidos no processo de recolhimento e armazenagem dos materiais originados em borracharias, postos de revenda de pneus, serviços de limpeza pública (limpeza da cidade e agentes de controle da dengue) e particulares. Os pontos de coleta dos pneus são mantidos em terrenos (cedidos e administrados por prefeituras), seguindo normas específicas de segurança e higiene (RECICLANIP, 2016).

A Reciclanip foi criada em março de 2007 pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli e, em 2010 e 2014 a Continental e a Dunlop juntaram ao grupo. De acordo com a Reciclanip (2016), o programa:

[...] é considerado uma das maiores iniciativas da indústria brasileira na área de responsabilidade pós-consumo. O trabalho de coleta e destinação de pneus inservíveis realizado pela entidade é comparável aos maiores programas de reciclagem desenvolvidos no país, em especial, o de latas de alumínio e embalagens de defensivos agrícolas. A criação da Reciclanip demonstra a responsabilidade da indústria de pneumáticos com as questões ambientais e com o estabelecimento de condições que permitam o desenvolvimento sustentável do País, valorizando, sobretudo, a preservação da natureza e a qualidade de vida e o bem-estar da população.

O projeto de implantação da Reciclanip segue o modelo de gestão de empresas europeias com experiência na coleta e destinação de pneus inservíveis, em especial a Aliapur, na França, Signus, na Espanha, e ValorPneu, que atua em Portugal. A diferença está no fato de que essas empresas são remuneradas pelos vários agentes da cadeia produtiva para garantir a destinação de pneus em seus países. Não são empresas projetadas para obter lucro, mas

recebem recursos para cobrir as despesas operacionais. Na Reciclanip, ao contrário das similares europeias, os fabricantes de pneus novos arcam com todos os custos de coleta e destinação de pneus inservíveis, como transporte, trituração e destinação (RECICLANIP, 2016).

Acordos com prefeituras municipais permitem o aumento do número de pontos de coleta de pneus no país. Em 2009, a Reciclanip passou a 430 postos de coleta formalizados através de convênios de cooperação mútua com prefeituras municipais de várias regiões no país. Atualmente Sergipe possui apenas um ponto de coleta, localizado na cidade de Aracaju, no Bairro Santa Maria (RECICLANIP, 2016).

Desde 2007, com base na resolução número 258/99 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, é realizado em Aracaju, pela Secretaria Municipal de Saúde (2016) e pela Empresa Municipal de Serviços Urbanos (EMSURB), um projeto de coleta, armazenamento e distribuição dos pneus inservíveis, em que os pneus são armazenados no Ecoponto que está situado no Bairro Santa Maria. O espaço tem capacidade para guardar uma média de 2 mil pneus por mês. Após a coleta, os pneus são recolhidos pela Reciclanip, responsável pela coleta seletiva (SMS, 2016).

Os acordos com as prefeituras municipais têm permitido a ampliação do número de pontos de coleta de pneus em todo o país. Isso se comprova no balanço anual do Programa de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis, que vem apresentando resultados positivos a cada mês. Até o final de 2015, eram 1008 pontos de coleta. O mesmo ocorre com o Relatório de Pneumáticos que anualmente é divulgado pelo IBAMA, em que a indústria nacional sempre cumpre as metas estipuladas. Até 31 de maio de 2017, foram contabilizados 3.831.103.074 kg de pneus recolhidos dos 68,8 milhões produzidos (RECICLANIP, 2016).

De acordo com MMA (2000), os fabricantes de pneus novos aplicam na prática a norma seguindo os seguintes passos:

- Os fabricantes declaram no Cadastro Técnico Federal – IBAMA as quantidades em peso da produção (P), importação (I) e exportação (E) de pneumáticos colocados no mercado de todas as categorias por CNPJ.
- As empresas fazem o cálculo:  $P + I - E = \text{Saldo em peso}$ ; do saldo abate-se o percentual de 30% de desgaste e ao resultado se aplica o % definido na resolução Conama 258/99, cujo teto atingiu 125%.

Os fabricantes criaram as centrais de armazenamento de pneus inservíveis por meio da RECICLANIP em parceria com o poder público municipal. A RECICLANIP efetua a coleta em particulares considerados grandes geradores. Os fabricantes fazem uso do quantitativo de pneus coletados para declaração de destinação junto ao IBAMA e financiam o transporte, a transformação e a destinação final sempre pela contratação da prestação de serviço de empresa devidamente licenciada.

As empresas licenciadas são prestadoras de serviço de trituração ou destinação. Como a destinação ocorre em outras atividades industriais, essas empresas cobram para efetuar esse serviço, independentemente do valor do material e da energia contida nesse resíduo. Então, a destinação é cobrada tornando todo esse circuito de valor negativo financiado pelo fabricante e/ou importador.

## 2 METODOLOGIA

A presente pesquisa ocorreu em Aracaju, capital do estado de Sergipe. O município de Aracaju localiza-se no litoral, sendo cortada por rios como o Sergipe e o Poxim. De acordo com a estimativa de 2016, sua população é de 641 523 habitantes. Apesar de ser a menos populosa das capitais nordestinas, sua localização a coloca como importante ponto estratégico enquanto centro urbano, econômico, cultural e político para o país.

Para analisar gerenciamento da cadeia logística de pós-consumo de pneus inservíveis foram utilizados dados secundários, coletados juntos a órgãos governamentais e na literatura, e dados primários coletados por meio de um roteiro para entrevista semi-estruturada aplicado junto a representante da SMS (Apendice A), ao gerente da EMSURB (Apendice B) e ao representante da Vigilância Sanitária de Aracaju (Apendice C).

Um roteiro para entrevista semi-estruturada (enviado por meio eletrônico a gestores e especialistas da área) onde os dados coletados foram registrados (Anexo 1). As entrevistas com roteiro semi-estruturado foram conduzidas de acordo com o preconizado por Gil (2010), sendo pessoal, associada à observação direta e realizada pela autora desta pesquisa. Para Trivinos (2009), a observação direta ou participante é obtida por meio do contato direto do pesquisador com o fenômeno observado. Isto possibilita a constatação das ações dos sujeitos da pesquisa em seu contexto natural, a partir de suas perspectivas,

O período de coleta dos dados foi de um ano (2016), e as variáveis pesquisadas foram tabuladas, distribuídas percentualmente e demonstradas por meio de gráficos e tabelas no programa Excel<sup>®</sup> da Microsoft, sendo consideradas de forma descritiva por meio de análise mista, que mescla a análise qualitativa e quantitativa.

O estudo qualitativo teve como objetivo de analisar o gerenciamento da logística reversa de pós-consumo em Aracaju fundamentada no paradigma que classifica como crítica, uma vez que enfatiza determinados contextos estudados e participa da transformação de uma determinada dinâmica envolvida no desenvolvimento do estudo (MEYERS 2007).

Segundo Meyers (2007) a pesquisa possui natureza aplicada porque objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos de interesses locais. Utiliza os conhecimentos produzidos em pesquisa de natureza fundamental anteriores para contextualizar as condições de aplicabilidade (MINAYO, 2007).

A pesquisa do ponto de vista quantitativo se classifica como exploratório, pois o pesquisador tem como objetivo descrever melhor o problema para obter maiores informações sobre determinado assunto, possui planejamento flexível quanto se trata de produzir indicadores e índices ordenados e classificatórios, tal que os assuntos pouco conhecidos suportam a formulação de problemas de causa e efeito e hipóteses voltados a estudos posteriores, (GIL, 2010; MARKONI; LAKATOS, 2003; TRIVINOS, 2009).

É importante destacar que o conceito de desenvolvimento sustentável escolhido como base para a sequência metodológica da presente pesquisa foi baseado em Sachs (2007), pois dá ênfase à ideia do desenvolvimento socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentável (um tripé formado por três dimensões básicas da sociedade).

A partir da descrição da literatura, foi realizada uma adaptação entre as metodologias utilizadas por Henkels (2002), Fernandes e Barbosa (2011) e Ribeiro (2005), fazendo uso do método Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (DPSIR) para realização de levantamento de indicadores de sustentabilidade com maior significância ao gerenciamento da logística reversa pós-consumo de pneus inservíveis na cidade de Aracaju.

Com base em Sachs (2007); Santiago e Dias (2012), as dimensões da sustentabilidade selecionadas para estabelecer os indicadores de sustentabilidade voltados ao gerenciamento da logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju são três, a saber:

1. **Dimensão econômica/financeira:** se caracteriza pela ação preventiva voltada a evitar possibilidades de danos/riscos ambientais. Está relacionada com a fonte, destinação e administração correta dos recursos financeiros disponibilizados para a manutenção da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. O Decreto nº 7.217/2010, em seu Artigo 46, institui taxas e outros preços públicos para os serviços públicos de saneamento básico; se trata de alocação e gerenciamento eficientes dos recursos e investimentos públicos e privados, sobretudo em termos macrossociais econômicos (BRASIL, 2010; SANTIAGO & DIAS, 2012; SACHS, 2009; FEITOSA, 2016).
2. **Dimensão ecológica/ambiental:** consiste na limitação do uso dos recursos naturais não renováveis, na preservação da capacidade de autodepuração dos ecossistemas, encaminhamento de rejeitos para os aterros, na minimização da geração, no reaproveitamento, reciclagem e tratamento de resíduos antes da sua disposição final ambiental. Otimização do uso dos recursos naturais, redução do consumismo, redução

da poluição, uso de tecnologia energética limpa e proteção ambiental (BRASIL, 2010; SANTIAGO & DIAS, 2012; SACHS, 2009; FEITOSA, 2016).

3. **Dimensão social:** permite a inclusão de atores sociais, a exemplo de catadores de materiais recicláveis, desde que lhes garantam condições dignas de trabalho e de educação, contribuindo, desta forma, para o estímulo à cidadania, à redução da pobreza e geração de emprego. Equidade na distribuição de renda e de bens, com a redução das disparidades entre os padrões de vida das pessoas (BRASIL, 2010; SANTIAGO & DIAS, 2012; SACHS, 2009; FEITOSA, 2016).

Os indicadores ambientais, econômicos e sociais selecionados tiveram suas fortalezas e debilidades pontuadas por índices que variam de 0 a 1 (sendo 1 o ponto ótimo) e que foram definidas a partir da legislação ambiental brasileira relacionada ao retorno de pneus inservíveis e da metodologia desenvolvida por Sobral (2012).

A avaliação dos elementos do quadro Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta–DPSIR e suas interações no gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis foram realizadas através do levantamento de informações já existentes e coletadas na EMSURB, SMS, Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, Secretaria Municipal de Saúde, RECICLANIP, ANIP, SEMARH, Ministério de Meio Ambiente (MMA) e na literatura.

Ressalta-se que as ações necessárias para reverter os impactos e alcançar a sustentabilidade no sistema somente foram destacadas após a análise do índice de sustentabilidade a realizar-se na etapa 5 deste capítulo. É possível ter uma visualização melhor da metodologia proposta para a pesquisa a partir do fluxograma descrito na figura 2.1 abaixo.



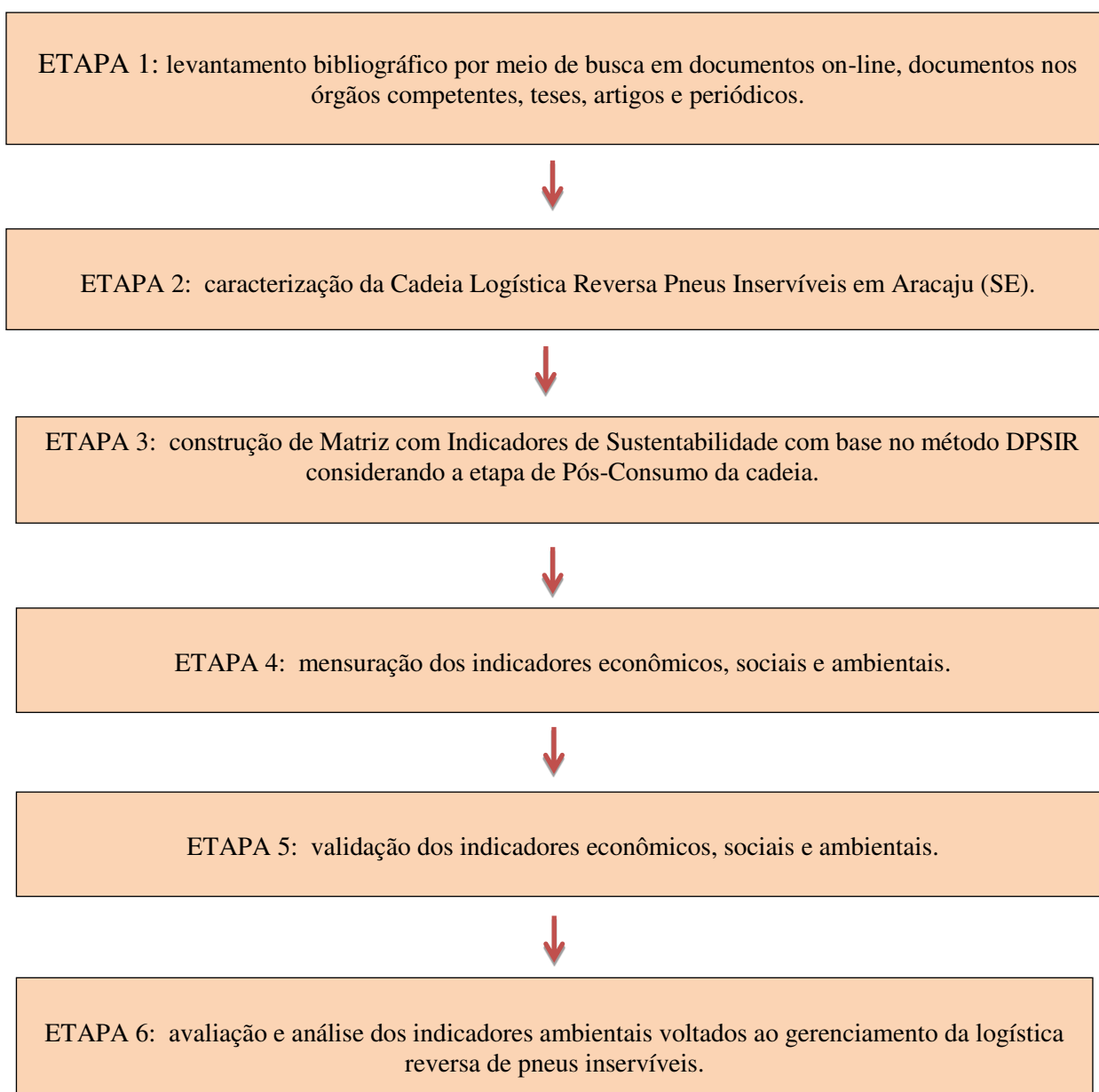


Figura 2.1 - Fluxograma da Metodologia da Pesquisa

(Fonte: elaborado pela autora).

### ETAPA 1: Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de busca em documentos on-line, documentos nos órgãos competentes, teses, artigos e periódicos. Foi desenvolvida fundamentação teórico-metodológica voltada à indicadores de sustentabilidade, logística, logística reversa, pneus e a questão ambiental, visando identificar os organismos responsáveis pelo retorno de pneus inservíveis.

## **ETAPA 2: Caracterização do gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE)**

Foi realizado um levantamento com base em dados primários conforme anexo A (projeto submetido sob o número CAAE: 60164216.7.0000.5546 e aprovado pelo Comitê de Ética - Plataforma Brasil) e em dados secundários sobre a cadeia produtiva de pneus inservíveis na cidade Aracaju (SE), para tanto, esta pesquisa buscou materiais que caracterizam a cadeia em estudo de logística reversa de pneus inservíveis a nível regional enacional. Foi construído um fluxograma com o objetivo de proporcionar melhor visualização da cadeia de logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju, em que foi possível visualizar como se encontra a cadeia em estudo.

Para descrição detalhada da cadeia supracitada, foi necessária consulta e solicitação de informações à Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju (SE), que aconteceu por meio de ofício (conforme apêndice D e E) ao Secretário Municipal de Saúde para liberação das informações de acordo com o roteiro anexo no apêndice. Também foi enviado ofício, que se encontra no apêndice C, ao presidente da Empresa Municipal de Serviços Urbanos – EMSURB, com o mesmo propósito, uma vez que a Secretaria Municipal de Saúde recolhe atualmente os pneus inservíveis da cidade por meio de carros da extinta Sucan que, atualmente, ficam sob a responsabilidade da EMSURB, bem como é responsabilidade desse órgão a entrega dos pneus no ecoponto localizado no Bairro Santa Maria, onde foram realizadas duas visitas para registro fotográfico. As informações solicitadas foram recebidas via e-mail. Foram utilizadas também informações atuais cedidas pela RECICLANIP para envio de informações inerentes ao processo de retorno de pneus inservíveis sob sua responsabilidade.

## **ETAPA 3: Construção de Matriz de Indicadores de Sustentabilidade com base no método DPSIR**

Para construção da matriz de indicadores de sustentabilidade com base no método Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (DPSIR), foi necessário selecionar os indicadores ambientais, econômicos e sociais com base em políticas públicas relacionadas à logística reversa e à Política Nacional de Resíduos Sólidos, consulta às Resoluções

CONAMA e aos órgãos ambientais responsáveis pelo controle do descarte de pneus inservíveis, bem como identificar os organismos que atuam junto ao tema, uma vez que o ciclo de vida do pneu não se encerra. Foram consultados segmentos organizados referentes ao setor, a exemplo da Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borrachas (AREBOP) e a Associação Nacional de Pneumáticos (ANIP).

Assim, no presente estudo, a seleção de indicadores ocorreu por meio do método Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (DPSIR), com base nas informações coletadas sobre o processo reverso de logística, e embasou a elaboração de uma matriz de categorias (dados qualitativos) e dimensões (dados quantitativos): *Driving Forces* (forças motrizes ou forças motoras); *Pressures* (pressões); *States* (estados); *Impacts* (impactos); *Responses* (respostas). Para entender como a degradação dos recursos pode causar impacto sobre o sistema social, os autores afirmam que um indicador de pressão deve sinalizar a fragilidade ou força na relação entre o ambiente natural, a economia e a sociedade.

Para Soares et al. (2008), como modelo de avaliação integrada, a metodologia proposta se baseia na elaboração de cinco grupos de indicadores (WINOGRAD, 1996):

- **Força motriz:** quando as atividades humanas exercem pressão no ambiente.
- **Pressão:** observa as causas dos problemas ambientais.
- **Estado:** está relacionado com o estado do meio ambiente em função da ação antrópica.
- **Impacto:** observa o impacto da ação antrópica sobre o meio ambiente e vice-versa.
- **Resposta:** refere-se às respostas da sociedade para melhorar o meio ambiente.
- **Prospectivo:** são as ações necessárias para reverter os impactos e alcançar a sustentabilidade no sistema (políticas públicas, fiscalização, educação).

As ações necessárias para reverter os impactos e alcançar a sustentabilidade no sistema somente foram destacadas após a análise do índice de sustentabilidade, que consta na etapa 5 deste capítulo.

## ETAPA 4: Mensuração dos indicadores de sustentabilidade

### Elaboração de uma escala voltada à criação de um índice de sustentabilidade:

Foi construída uma tabela em que foram atribuídos pesos com o objetivo de aproximar os indicadores da realidade estudada. Os valores dos pesos foram escalonados de forma a identificar o nível de sustentabilidade do indicador em estudo. Foram atribuídos valores graduais aos indicadores e na sequência aos índices de sustentabilidade, que foram calculados a partir da média aritmética dos índices ambientais, econômicos e sociais.

Para qualificar os índices ambientais, econômicos e sociais, e concluir sobre a sustentabilidade, foram utilizados os critérios estabelecidos na tabela 2.1 com base no modelo desenvolvido por Sobral (2012).

Vale ressaltar que Magalhães Júnior (2010) afirma que podem ser atribuídos pesos de acordo com vários critérios e técnicas estatísticas, porém, nem sempre será possível a utilização dessa recomendação sem que se incorporem níveis de subjetividade na avaliação.

Tabela 2.1 - Classificação dos índices de sustentabilidade propostos por esta pesquisa.

Índice (0 - 1)	Nível de Sustentabilidade
$0,80 < \text{Índice} < 1,0$	Ideal
$0,60 < \text{Índice} < 0,80$	Bom
$0,40 < \text{Índice} < 0,60$	Regular
$0,20 < \text{Índice} < 0,40$	Ruim
$0 < \text{Índice} < 0,20$	Péssimo

Fonte: Sobral (2012).

Em seguida, os índices de sustentabilidade ambiental, econômico e social foram calculados, a saber:

- **Índice de Sustentabilidade Ambiental:** foi obtido através da média aritmética dos indicadores ambientais por meio da soma dos índices, dividido pelo número total de indicadores da dimensão ambiental.
- **Índice de Sustentabilidade Econômico:** foi calculado através da média aritmética dos indicadores sociais por meio da soma dos índices, dividido pelo número total de indicadores da dimensão econômica.

- **Índice de Sustentabilidade Social:** foi calculado por meio da média aritmética dos indicadores sociais através da soma dos índices, dividido pelo número total de indicadores da dimensão social (SOBRAL, 2012).

### **Cálculo do Índice de Sustentabilidade:**

#### **Método baseado em Calório**

Uma vez criada a escala para qualificar os indicadores ambientais, econômicos e sociais com base no modelo desenvolvido por Sobral (2012), estes foram utilizados para obtenção do índice de sustentabilidade com base no método de Calório.

Calorio (1997) produziu uma metodologia para cálculo de um índice de sustentabilidade a partir desses gráficos. Segundo Lightfoot et al (1993), esse tipo de diagrama produz informações visuais que são úteis para comparar sistemas ao longo do tempo e do espaço (OMAR, 2001).

Com a finalidade de reduzir custos operacionais e gerar procedimentos metodológicos que possam ser utilizados por usuários pouco especializados, este trabalho teve como objetivo a adaptação de um método de cálculo alternativo ao de Calorio (1997), mais simples e rápido no cálculo das áreas que definem o índice a ser aplicado ao gráfico tipo radar, visando gerar um índice de sustentabilidade (IS).

Para quantificar o índice final foram utilizados métodos empíricos e foram atribuídos pesos para cada dimensão a partir dos três índices de sustentabilidade (ambiental, econômico e social).

Na sequência, foi construído um gráfico por meio da metodologia radar (que, através de tratamento estatístico, elimina os efeitos das diferentes unidades entre os indicadores escolhidos) onde, a partir da soma das três áreas calculadas, foi gerado um índice de sustentabilidade (CALORIO, 1997).

A metodologia para obtenção de um índice de sustentabilidade a partir do gráfico tipo radar, sugerida neste trabalho, é uma alternativa à proposta de CALORIO (1997). De posse dos valores dos indicadores selecionados para avaliar a sustentabilidade de uma atividade, CALORIO (1997) recomenda os seguintes passos:

**a) Transformação dos valores dos indicadores:** tem como objetivo padronizar os valores dos indicadores para  $vp_n$ , de acordo com a fórmula abaixo, eliminando os efeitos de escala e de unidade de medida, pois representam indicadores diferentes, assegurando que cada um deles tenha o mesmo peso relativo na determinação do índice (DOUGLAS, 1990; TORRES, 1990):

$$vp_n = \frac{5 + (x_n - \bar{x})}{S} \quad (1)$$

em que  $vp_n$  = valor do indicador padronizado  $n$ ;  $x_n$  = valor original do indicador  $n$ ;  $\bar{x}$  = valor médio de todos os indicadores;  $S$  = desvio-padrão para todos os indicadores; e 5 = constante acrescentada por Calorio (1997).

**b) Obtenção do ângulo formado entre dois indicadores adjacentes**

$$\alpha = \frac{360}{N} \times \frac{\pi}{180} \quad (2)^*$$

em que  $\alpha$  = ângulo formado entre dois indicadores, em radianos;  $N$  = número total de indicadores; e  $\pi/180$  = fator de transformação de graus em radianos, se a rotina para cálculo do cosseno no passo seguinte (c) o exigir.

**c) Cálculo da área de cada triângulo identificado no gráfico ( $S_n$ ), a partir do valor padronizado de dois indicadores adjacentes e do ângulo definido no passo anterior (b):**

c.1. Obtenção do lado desconhecido do triângulo:

$$d_n = \sqrt{(vp_n)^2 + (vp_{n+1})^2 - 2 \times (vp_n \times vp_{n+1}) \times \cos \alpha} \quad (3)$$

em que  $d_n$  = lado desconhecido do triângulo;  $vp_n$  e  $vp_{n+1}$  = valores padronizados dos indicadores  $n$  e  $n + 1$ ; e  $\alpha$  = ângulo formado entre dois indicadores.

c.2. Cálculo do semiperímetro do triângulo:

$$p_n = \frac{vp_n + vp_{n+1} + d_n}{2} \quad (4)$$

em que  $p_n$  = semiperímetro do triângulo  $n$  ; e  $vp_n$ ,  $vp_{n+1}$  e  $d_n$  = lados do triângulo.

c.3. Cálculo da área do triângulo

$$S_n = \sqrt{p_n (p_n - vp_n) \times (p_n - vp_{n+1}) \times (p_n - d_n)} \quad (5)$$

d) Cálculo do índice de sustentabilidade

$$IS = \sum_{n=1}^N S_n \quad (6)$$

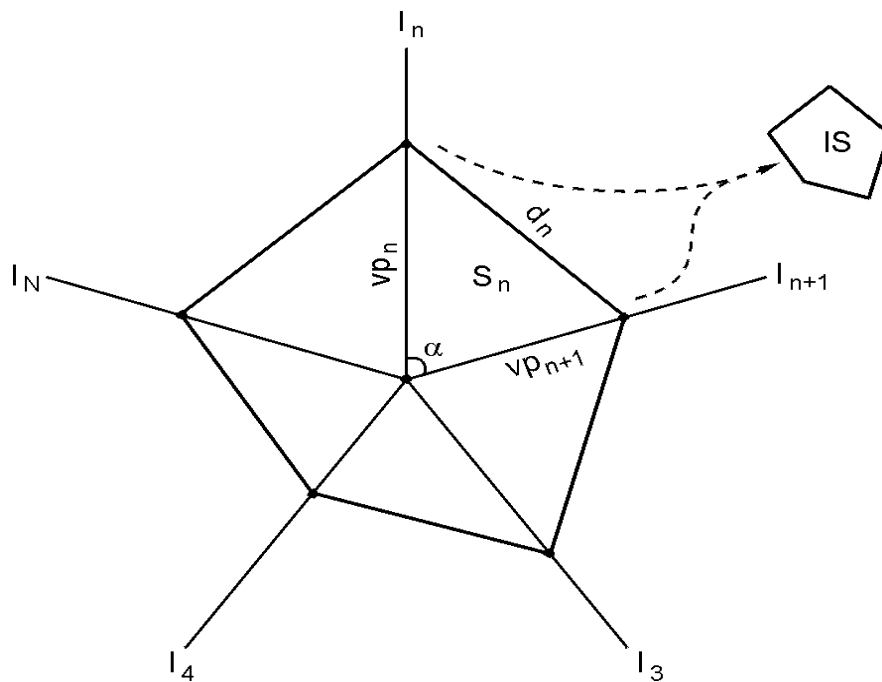


Figura 2.2 - Gráfico tipo radar, utilizado para gerar um índice de sustentabilidade (IS), segundo Calorio (1997, p.11):  $I_n$  - indicadores,  $\alpha$  - ângulo formado entre as linhas de comprimento de dois indicadores adjacentes,  $vp_n$  - valor padronizado do indicador e  $S_n$  - área do triângulo  $n$ .

**Método baseado em Sobral:**

Também foi realizado o cálculo do índice de sustentabilidade com base na metodologia de Sobral (2012). Para qualificar os índices ambientais, econômicos e sociais, e concluir sobre a sustentabilidade, foram utilizados os critérios estabelecidos com base no modelo desenvolvido por Sobral (2012) e na sequência foram atribuídos pesos com o objetivo de aproximar os indicadores da realidade estudada, os valores dos pesos foram escalonados de forma a identificar o nível de sustentabilidade do indicador em estudo. Foram usados valores sem unidade com base estatística (Vpn), que foram aproximados para valores médios dentro de cada intervalo da escala adaptada por Sobral (2015). Na sequência os índices de sustentabilidade ambiental, econômico e social foram classificados.

**ETAPA 5: Validação dos Indicadores de Sustentabilidade**

Para validar os indicadores foi utilizado o Método *AD HOC* (Metodologia Espontânea) com base no conhecimento empírico de profissionais técnicos e cientistas experientes no assunto pesquisado e recomendado em situações com escassez de dados e tempo curto para avaliação. A vantagem desse método está na agilidade no levantamento dos indicadores, bem como na organização e facilidade de compreensão pelo público em geral, além de seu baixo custo (MOREIRA, 1989).

Foi realizado por meio do envio de um roteiro de entrevista semi-estruturado, conforme apêndice H, por meio eletrônico, a especialistas escolhidos de acordo com as características e a localização do projeto a ser analisado. O objetivo foi obter em tempo reduzido respostas integradas sobre os indicadores propostos e sugestões de novos indicadores baseados no conhecimento técnico de cada participante. Tem como vantagem a melhor confiabilidade dos indicadores selecionados como representativos da realidade devido à união de diferentes visões, de forma simples, objetiva e de maneira dissertativa. Esses indicadores foram usados para compor a matriz final de indicadores ambientais com base no método DPSIR.



## **ETAPA 6: Avaliação dos Indicadores de Sustentabilidade Voltados ao Gerenciamento da Logística Reversa de Pneus Inservíveis**

Para avaliar a realidade em estudo, por meio de indicadores, foi construída uma tabela com valores mensurados tomando como base os pesos estabelecidos conforme descrito na etapa 4 (quatro). Foi elaborada uma equação que possibilitou indicar a condição ambiental atual do gerenciamento da logística reversa de pneus inservíveis na capital de Sergipe facilitando uma análise dos pesos atribuídos na tabela do modelo DPSIR.

Após o cálculo, foi possível verificar quais indicadores têm maior significância no gerenciamento da logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju e suas principais causas, assim como o grau de degradação ambiental sofrido devido ao descarte indevido dos pneus. Com o uso de ferramentas do programa Excel, foram criadas tabelas e gráficos a fim de melhor discutir os resultados alcançados. Após o cálculo do índice, foram propostas ações de Educação Ambiental e Políticas Públicas nas três dimensões para que, no universo temporal de cinco anos, o índice cresça com avaliação sistêmica e periódica.

### **Construção de Matriz com Indicadores de Sustentabilidade com Base no Método DPSIR Considerando a Etapa de Pós-Consumo da Cadeia**

O estudo selecionou os indicadores de sustentabilidade voltados à análise da logística reversa de pneus inservíveis na capital do estado de Sergipe. Os indicadores selecionados com base em referenciais bibliográficos e dados já coletados estão diretamente relacionados com os descritores conforme quadro 2.1. No quadro estão apresentados os indicadores organizados de acordo com a Matriz DPSIR (Força Motriz; Pressão, Estado, Impacto e Resposta) e selecionados de acordo com as dimensões ambiental, econômica e social (WINOGRAD, 1996).

A matriz DPSIR é uma ferramenta que contribui para a identificação e o monitoramento das mudanças que podem ocorrer na realidade em estudo em função da ação antrópica. Os indicadores selecionados com base nessas observações estão diretamente relacionados com os descritores que compõem esse sistema.

Quadro 2.1 - Matriz de Dimensões - Descritores - Indicadores de Qualidade Ambiental, Econômica e Social na Matriz Preliminar DPSIR - Critérios/Fontes de Dados.

Dimensões	Descritores	Indicadores	DPSIR	Critérios/Fonte de Dados
Ambiental	1. Geração de resíduo 2. Limpeza pública	1.1. Pneus inservíveis (nº/mês) 1.2. Pontos viciados de descarte inadequado (nº) 2.1 Coleta periódica (dias/mês) 2.2 Pontos de Coleta Específicos (nº)	1.1. FORÇA MOTRIZ 1.2. PRESSÃO 2.1. ESTADO 2.2. RESPOSTA	Adaptado de SANTIAGO e DIAS (2012) RECICLANIP (2014) 2010 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 18 DE MARÇO DE 2010. SEI (2006)
Econômica	1. Reciclagem 2. Retorno financeiro para o município	1.1. Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$) 2.1. Custo da logística de transporte (R\$) 2.2. Valor agregado do pneu inservível (R\$)	1.1. RESPOSTA 2.1. PROSPECTIVO 2.2. PROSPECTIVO	Adaptado de SANTIAGO e DIAS (2012) RECICLANIP (2014) 2010 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 18 DE MARÇO DE 2010. SEI (2006)
Social	1. Doenças endêmicas 2. Empregos	1.1. Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab) 2.1. Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	1.1. IMPACTO 2.1. RESPOSTA	Adaptado de SANTIAGO e DIAS (2012) RECICLANIP (2014) 2010 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 18 DE MARÇO DE 2010. SEI (2006)

Fonte: adaptado de Souza (2008, p. 80).

1. **Pneus inservíveis (nº/mês):** quantidade de pneus que não podem mais ser utilizados em automóveis e são coletados por mês.
2. **Pontos viciados de descarte inadequado (nº):** quantidade de locais que recebem resíduo inapropriadamente no município.
3. **Coleta periódica (dias/semana):** quantidade de locais apropriados e disponíveis para receber pneus inservíveis.
4. **Pontos de Coleta Específicos (nº):** quantidade de locais que recebem somente pneus inservíveis.
5. **Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$):** valor pago pelo reciclador pelos pneus inservíveis.
6. **Custo da logística de transporte (R\$):** valor pago pelo município para realizar a coleta da matéria-prima (pneu).
7. **Valor agregado (R\$):** valor cobrado pela empresa de reciclagem pelo pneu triturado/ matéria-prima.
8. **Doenças de veiculação hídrica (nº/hab):** casos registrados de dengue, malária, chikungunha, zika, por ano, nos órgãos competentes.
9. **Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/hab):** empregos diretos gerados pela coleta de pneus inservíveis.

### **3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

#### **3.1 Análise Qualitativa**

##### **3.1.1 Caracterização do gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE)**

De acordo com Oliveira e Junior (2016), a sociedade moderna tem grande concentração de pessoas em áreas urbanas e produz cada vez mais resíduos. O manejo inadequado desses resíduos gera problemas socioambientais, econômicos e de saúde pública. A busca de soluções para a destinação final dos resíduos tem sido um desafio, principalmente em relação à prevenção à poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos.

Faria (2017) afirma que os resíduos sólidos são considerados problemas ambientais de grande intensidade em decorrência do crescimento no processo industrial, do adensamento populacional e do consumo exagerado das pessoas. Sabe-se que a grande geração de resíduos sólidos e a sua disposição inadequada causam graves impactos ambientais, visuais, sanitários e econômicos à região, podendo-se citar: custos elevados para o setor público, que deverá fazer a limpeza do ponto (coleta, transporte e disposição final); deterioração do meio ambiente local; comprometimento da paisagem e também a vulnerabilidade do local para atrair outros transmissores de doenças como bichos peçonhentos, insetos, mosquitos e roedores, que podem agravar o quadro da saúde pública local. Sendo assim, torna-se necessária a busca por soluções eficientes para o gerenciamento dos resíduos sólidos em todo o perímetro urbano das cidades brasileiras.

No que diz respeito à coleta de pneus inservíveis, de acordo com a RECICLANIP (2016), através de parceria e de convênio, a RECICLANIP é responsável por toda a gestão da logística de retirada dos pneus inservíveis do Ponto de Coleta e pela destinação ambientalmente adequada desse material em empresas destinadoras licenciadas pelos órgãos ambientais competentes e homologados pelo Ibama.

Os acordos com as prefeituras municipais estão favorecendo a ampliação do número de Pontos de Coleta de Pneus em todo o Brasil, que vem apresentando resultados positivos. Até o final de 2015, eram 1008 pontos de coleta no Brasil, conforme figura 3.1. O mesmo

ocorre com o Relatório de Pneumáticos, que anualmente é divulgado pelo IBAMA, em que a indústria nacional sempre cumpre as metas estipuladas.

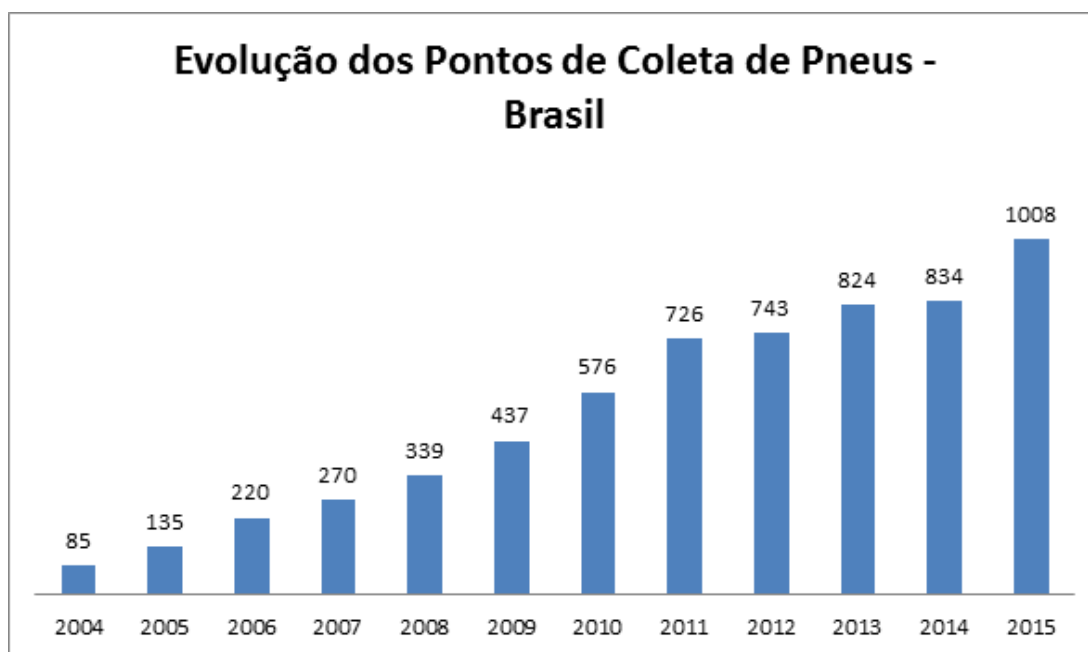


Figura 3.1 – Relação de pontos de coletas de pneus no Brasil (adaptado de RECICLANIP, 2016, s/p).

De acordo com a orientação da RECICLANIP (2016), as prefeituras interessadas em ter o seu Ponto de Coleta de Pneus entram em contato com a associação em questão para obter a minuta do Convênio de Cooperação Mútua e formalizar o acordo.

O Ponto de Coleta de Pneus funciona como centro de recepção de pneus usados, para onde são levados os pneus recolhidos pelo serviço de Limpeza Pública. O Convênio de Cooperação Mútua para abertura de um Ponto de Coleta de Pneus é formalizado diretamente com o Poder Público (RECICLANIP, 2016).

A Prefeitura indica um local coberto para onde são levados os pneus recolhidos pelo serviço de Limpeza Pública (ou mesmo aqueles encaminhados por borracheiros, lojas de pneus, particulares e outros). É importante que a área do Ponto de Coleta de Pneus seja coberta e protegida. A RECICLANIP (2016) afirma que, a partir dos Pontos de Coleta de Pneus das Prefeituras, é realizado o transporte dos pneus inservíveis para destinações com base no que é determinado pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), sem custos para o município.

Ferraz (2010) afirma que a gestão de resíduos sólidos deve estar de acordo com os melhores princípios de saúde pública, engenharia, economia e preservação ambiental. Deve considerar todos os aspectos relacionados às ciências sociais, uma vez que envolve atitudes da população. Nesse contexto, as soluções devem considerar a complexa interdisciplinaridade entre os diversos campos das ciências e áreas de conhecimento.

O Programa de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis que foi desenvolvido pela RECICLANIP tem como objetivo atender à Resolução N.º 416, de 30 de setembro de 2009, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Atualmente os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul são os que mais possuem pontos de coleta da RECICLANIP (RAZZOLINI FILHO; BERTÉ, 2009).

Em Sergipe, a capital Aracaju, possui apenas um Ponto de Coleta da RECICLANIP, localizado no Bairro Santa Maria, na Av. Alessandro Alcino s/n, em frente ao Banese. Possui capacidade do galpão em média de 20.000 pneus, sendo que isso pode variar de acordo com o tipo dos pneus. A retirada dos pneus por parte da transportadora é realizada em média duas vezes por mês e as carretas são de responsabilidade da RECICLANIP. Um caminhão contratado pela Secretaria Municipal de Saúde e um agente de endemias faz a coleta dos pneus nos locais que são cadastrados pelo Programa Municipal de Controle da Dengue. Passa em todos os bairros, todas as semanas, cada dia da semana tem a programação em uma média de 8 a 9 bairros. No entanto, se constata que, para garantir um correto gerenciamento no estado, será necessário ampliar o sistema de recolhimento e destinação desse tipo de resíduo (RECICLANIP, 2016).

O projeto de implantação da RECICLANIP segue o modelo de gestão de empresas europeias com larga experiência na coleta e destinação de pneus inservíveis, em especial a Aliapur, na França, Signus, na Espanha, e ValorPneu, que atua em Portugal. A diferença está no fato de que essas empresas são remuneradas pelos vários agentes da cadeia produtiva para garantir a destinação de pneus em seus países. Não são empresas projetadas para obter lucro, mas recebem recursos para cobrir as despesas operacionais. Na RECICLANIP, diferentemente das similares europeias, os fabricantes de pneus novos arcam com todos os custos de coleta e destinação de pneus inservíveis (transporte, trituração e destinação) (RECICLANIP, 2016).

Existem dificuldades na coleta porque o país não possui uma rede bem estruturada voltada à concentração de pneus usados. Importante enfatizar que estes geralmente se

encontram em condições praticamente impróprias para reforma devido ao péssimo estado de conservação e manutenção das estradas brasileiras (LIMA, 2008).

Em Aracaju, desde 2007, tomando como base a resolução número 258/99 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, um projeto de coleta, armazenamento e distribuição dos pneus inservíveis, realizado pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) e Empresa Municipal de Serviços Urbanos (EMSURB), passou a recolher todos os pneus para a coleta seletiva. Após a coleta, os pneus são enviados a empresas de reciclagem em Feira de Santana (BA). Segundo dados da Secretaria Municipal de Saúde, já foram recolhidos desde 2007 (conforme tabela 3.1) mais de 162 mil pneus (PMCD/COVEPI/SMS/ARACAJU, 2016).

Tabela 3.1 - Números absolutos de pneus coletados em Aracaju de 2007 a 2016.

Ano	Total de pneus recolhidos
2007	20.587
2008	30.962
2009	39.695
2010	44.549
2011	53.779
2012	59.876
2013	61.076
2014	65.046
2015	59.659
2016	57.971

Fonte: PMCD/COVEPI/SMS/Aracaju.

A Secretaria Municipal de Saúde possui carros que eram utilizados pela antiga SUCAM que passam semanalmente pelos bairros da cidade realizando a coleta dos pneus. Essa coleta é feita em pontos cadastrados, a exemplo de borracharias, postos de gasolina, ferro velho ou qualquer outro local que tenha como lixo o pneu.

É possível verificar na tabela 3.2 dados cedidos pela Secretaria Municipal de Saúde (Anexo B) que retratam a coleta mês a mês em bairros de Aracaju no ano de 2016 (57.971 pneus recolhidos). Percebe-se uma pequena redução no quantitativo em relação ao ano de 2015 (59.659 recolhidos). A redução pode ser atribuída a problemas enfrentados pelo município com relação à gestão e à contratação de empresas terceirizadas responsáveis pela coleta de resíduos na capital sergipana. Tais problemas culminaram em períodos em que a cidade passou por ausência de coleta. Outra possibilidade é a crise financeira que o Brasil enfrenta desde 2014, que causou certa retração no mercado automobilístico.

Tabela 3.2 - Números absolutos de recolhimento de pneus em 2016 nos bairros de Aracaju.

Mês	Total
Janeiro	4.970
Fevereiro	5.024
Março	5.806
Abril	3.858
Maio	4.735
Junho	6.017
Julho	4.517
Agosto	5.796
Setembro	4.911
Outubro	4.211
Novembro	4.170
Dezembro	3.956
	57.971

Fonte: PMCD/COVEPI/SMS/Aracaju.

Nos carros enviados pela Secretaria Municipal de Saúde é encaminhado um agente de endemias que faz a coleta dos pneus nos locais que são cadastrados pelo Programa Municipal de Controle da Dengue. Estes passam em todos os bairros todas as semanas. Cada dia da semana tem uma programação de uma média de oito a nove bairros.

Tais pneus são enviados a um galpão localizado no Bairro Santa Maria (Figura 3.2.), onde a RECICLANIP, por meio de uma transportadora, faz a retirada do material e leva para Feira de Santana. O quantitativo de coleta mensal varia muito com relação ao período do ano. O destino final é de conhecimento e controle da EMSURB, que tem o controle por meio de contrato com a empresa.



Figura 3.2 - Frente do galpão (autoria própria, 2016).



Entre março de 2015 a setembro de 2015, a RECICLANIP encaminhava os pneus para a CBL Comércio e Reciclagem de Borracha Ltda., que atua no mercado de reciclagem de pneus inservíveis e resíduos de borracha, de forma a atender às Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, que regulam a matéria desde 1988. A empresa possui filiais nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, próximas de empresas com grande potencial de consumo dos resíduos de borracha e aço extraídos dos pneus, o que facilita a destinação ambiental adequada dos resíduos gerados no território nacional. Em 2013, a CBL processou aproximadamente 140 mil toneladas de resíduos (pneus inservíveis, refugos de borracha e aço), retirados da natureza e destinados de forma ambientalmente adequada (EMSURB, 2016).

De setembro de 2015 a fevereiro de 2016, o contrato que determinava o envio para a Recicla Brasil esteve à frente do processo. A empresa é brasileira e com experiência na gestão de resíduos - opera na coleta, transporte, tratamento e destinação final. Tem como objetivo atender à demanda das empresas geradoras de resíduos e recicláveis em diversos segmentos, de forma integrada e fortemente comprometida com a conservação dos recursos naturais e o meio ambiente. A figura 3.3 a seguir mostra caminhões aguardando para serem carregados. A empresa atua em parceria com indústrias, aterros sanitários e incineradores.



Figura 3.3 – Carretas aguardando carregamento (autoria própria, 2016).

Atualmente os pneus são encaminhados para a SK Reciclagem Ltda., que está localizada em São Sebastião do Passé, zona metropolitana de Salvador. É uma indústria de reciclagem de pneus inservíveis e sua atividade separa os elementos do pneumático por meio da trituração para obter grãos de borracha, metal e nylon para utilização como matéria-prima



secundária nas indústrias de diversos seguimentos. Abaixo, na figura 3.4, é possível visualizar uma carreta carregada de pneus que são encaminhados para reciclagem.



Figura 3.4 – Carreta carregada de pneus (autoria própria, 2016).

A SK Reciclagem busca colaborar de forma eficaz para o descarte responsável desses resíduos e sua reutilização nas indústrias consumidoras dessa matéria-prima. Os pneus usados, também chamados de inservíveis, merecem atenção especial devido ao volume que possuem e ao potencial de se tornarem criadouros de insetos vetores de doenças (como o mosquito da dengue), quando descartados inadequadamente no ambiente.

De acordo com a Resolução Nº 416/2009 do CONAMA, que revogou as Resoluções Nº 258/1999 e Nº 301/2002, “os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg (dois quilos), são obrigados a coletar e destinar adequadamente os pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção de um pneu inservível para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição”. Informa ainda que o armazenamento temporário deve garantir as condições necessárias à prevenção dos danos ambientais e de saúde pública e, assim, é vedado o armazenamento de pneus a céu aberto. São proibidas as seguintes disposições finais para os pneus: abandono ou lançamento em corpos de água, terrenos baldios ou alagadiços; disposição em aterros sanitários e queima a céu aberto (BRASIL, 2009).

Devido à parceria entre a SMS de Aracaju, a Empresa Municipal de Serviços Urbanos (EMSURB) e a Associação Nacional de Indústria de Pneumáticos (Anip), Aracaju possui serviço de coleta dos pneus que são encaminhados para a reciclagem, pois garantir a correta destinação de resíduos sólidos como pneus é uma ação essencial para redução dos índices de

doenças como Zika, Dengue, Chikungunya, Malária. Para que se tenha ideia da eficácia da ação, de 2014 a 2015 foram recolhidos 124.705 pneus.

A coordenação do Programa de Controle da Dengue de Aracaju destaca que a coleta contribui para redução significativa de criadouros do mosquito *Aedes Aegypti* (o transmissor da doença). O pneu oferece condições ideais de temperatura e sombra para que o *Aedes Aegypti* deposite dezenas de ovos que em poucos dias se transformam em larvas e depois em mosquitos adultos.

Vale ressaltar que no Brasil, segundo Pignatti (2004), um dos principais vetores de transmissão de doenças (Dengue, Chikungunya e Zika) é o *Aedes aegypti*, embora já se tenha comprovação que *Aedes albopictus* também dissemina essas patologias. O autor ainda resalta que esse vetor transmite pelo menos três tipos de doenças que são Chikungunya, Zika e Dengue. Justamente por disseminar várias patologias com sérios impactos à saúde é que seu controle se torna um dos grandes desafios da política de zoonose (MENDONÇA et al., 2017).

O autor supracitado destaca que foram delineadas uma série de estratégias de prevenção e combate à dengue sem que se tenha de fato conseguido alcançar o controle efetivo da densidade do mosquito *Aedes aegypti* e uma delas se trata da coleta de pneus inservíveis. Com a manutenção da coleta dos pneus, é cada vez mais raro os agentes de endemias encontrarem criadouros do mosquito nos locais de onde são recolhidos os pneus. Essa obrigatoriedade quanto aos resíduos pneumáticos foi corroborada pela Lei Nº 12.305/2010 que, inclusive, classifica esses resíduos como um dos tipos que necessitam de estruturação e implementação de sistema de logística reversa (BRASIL, 2010).

O sistema de logística reversa compreende a coleta e encaminhamento do resíduo à indústria recicladora e/ou disposição final adequada por parte dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. É importante ressaltar que os consumidores têm a responsabilidade de acondicionar e disponibilizar adequadamente os resíduos para coleta ou devolução. Em Aracaju, a cadeia da Logística Reversa de Pós-Consumo de Pneus Inservíveis acontece conforme o fluxograma da figura 3.5.

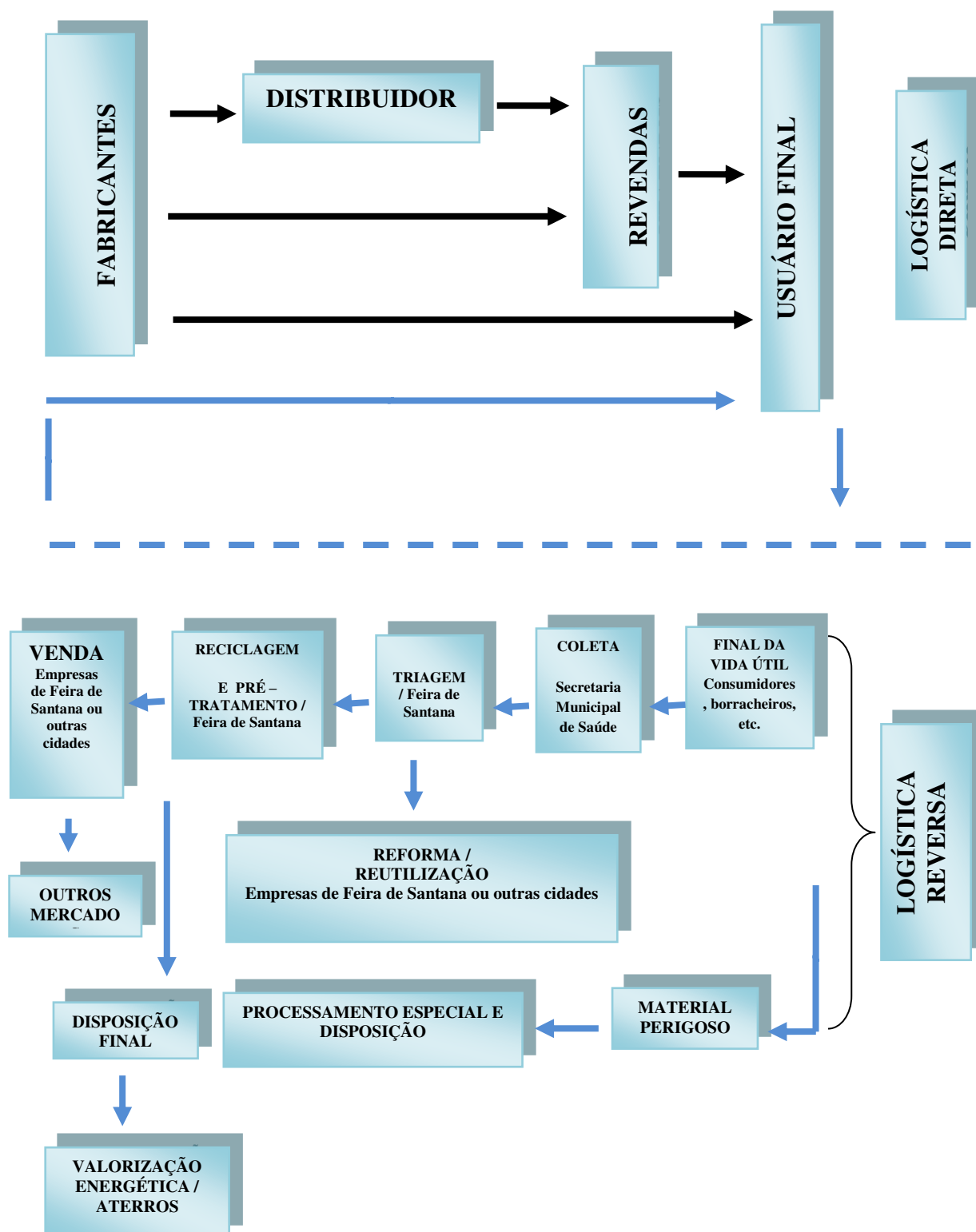


Figura 3.5 - Fluxograma simplificado do processo de logística direta e reversa (adaptado de POCHAMPALLY, NUKALA E GUPTA, 2009 apud LAGARINHOS, 2009).

## 3.2 Análise Quantitativa

### 3.2.1 Mensuração dos Indicadores de Sustentabilidade

Oliveira e Galvão Junior (2014) afirmam que os indicadores têm papel fundamental em mensurar a qualidade dos serviços prestados comparado a uma escala do que se estipula como o ideal, bem como tendem a facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços. Os parâmetros para calcular o índice de sustentabilidade foram estabelecidos para cada indicador com base na legislação existente e em dados empíricos coletados junto aos órgãos competentes e relacionados com a presente pesquisa. Foram usados como critérios voltados à pontuação dos indicadores considerando a etapa de pós-consumo da cadeia:

DA1 - Indicador “pneus inservíveis” compõe a dimensão ambiental: foi analisado a partir da relação entre a quantidade de pneus inservíveis recolhidos e registrados pelo município (dados controlados e cedidos pela SMS) e pela RECICLANIP e a quantidade de pneus gerada pela frota de automóveis da cidade de Aracaju com base em dados do DENATRAN. Para o cálculo foi considerado como o tempo de vida útil de cada pneu uma média de 2 anos de uso (com base no que é descrito pela ANIP).

DA2 - Indicador ambiental “pontos viciados de descarte inadequado”: o cálculo foi realizado usando como base o quantitativo de zero pontos viciados como sendo o ideal e, na pior situação, um ponto de descarte viciado a cada 100.000 hab.

DA3 - Indicador “coleta periódica na dimensão ambiental”: a análise foi realizada com base na frequência mensal em que a coleta se realiza nos bairros de Aracaju (SMS, 2016).

DA4 - Indicador “pontos de coleta específicos na dimensão ambiental”: a análise foi realizada com base na quantidade máxima ideal de pontos de coleta em municípios brasileiros. Para estabelecer essa pontuação, a pesquisa usou a legislação vigente (Resolução N° 416, de 30 de setembro de 2009, publicada no DOU N° 188, de 01/10/2009, págs. 64-65) que afirma que o ideal é 1 ponto de coleta para municípios que possuem acima de 100.000 habitantes.

DE1 - Indicador “custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador” teve seu cálculo realizado com base em informações enviadas pelo município de Aracaju e é resultado do custo da matéria-prima em relação ao valor cobrado pelo pneu triturado para o reciclador.

DE2 - Indicador “custo da logística de transporte”: teve como parâmetro o custo mensal em média da coleta em relação a custo da logística de transporte em relação ao retorno financeiro gerado com a venda da matéria-prima.

DE3 - Indicador “valor agregado do pneu inservível”: foi analisado com base no valor médio cobrado por kg de pneu triturado pelas empresas recicladoras que cobram R\$ 1,00 no mercado em média. A relação aconteceu entre o custo mensal de transporte dos pneus inservíveis e a quantidade média mensal recolhida de pneus levando em consideração que existe um custo mensal pelo município.

DS1 - Indicador “doenças de veiculação hídrica”: teve sua análise realizada com base no que preconiza a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde que afirma que Municípios com registros a partir de 300 casos de doenças de veiculação hídrica para cada 100.00 habitantes é caracterizado em situação de risco, epidemia.

DS2 - Indicador “empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus inservíveis no município”: foi calculado com base no quantitativo de trabalhadores que coletam pneus inservíveis pelo número total de catadores registrados no Plano Estadual de Coleta Seletiva de Sergipe (2014), lembrando que tais catadores não são especializados em pneus inservíveis, uma vez que nessa cadeia não existe remuneração. Para elaborar a escala, partiu-se do princípio de que o ideal seria que todos também coletassem pneus.

Dado o exposto, a pontuação do indicador ambiental “pneus inservíveis” proposta pela pesquisa foi realizada usando como base o quantitativo de pneus inservíveis recolhidos pela quantidade total de pneus inservíveis geradas pela frota.

Para obter a quantidade de pneus inservíveis gerada pela frota foi considerado o tempo médio de vida útil de 2 anos para troca de pneus em uso. O cálculo foi realizado considerando a quantidade de automoveis registrados em Aracaju (dados do DENATRAN) e realizando estimativa de pneus trocados no ano de 2016 conforme o quadro 3.1. De acordo com o valor encontrado o índice em questão ficou classificado como péssimo. Isso sinaliza que o que preconiza a legislação de resíduos sólidos não vem sendo cumprido, pois a média de pneus recolhidos está bem abaixo da média que deveria recolhida. Para encontrar a dimensão ambiental 1, foi dividido o total de pneus recolhidos pelo total de pneus gerados e multiplicados por 100, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Indicador Pneu Inservíveis} = \frac{N^{\circ} \text{ de Pneus Re colhidos}}{N^{\circ} \text{ de Pneus Inservíveis}} = \frac{59.659}{1.326.730} * 100\% = 4,496\% = 0,0496$$

Quadro 3.1 - Critério do indicador ambiental “pneus inservíveis” proposto pela pesquisa.

DIMENSÃO AMBIENTAL – INDICADOR PNEUS INSERVÍVEIS (DA1)			
Índice (0 - 1)	Nível de Sustentabilidade	Pontuação	
0,80 < Índice < 1,00	Ideal	1.061.384  --  1.326.730	Quantitativo de pneus inservíveis recolhidos pela quantidade total de pneus inservíveis gerada pela frota
0,60 < Índice < 0,80	Bom	782.771  --  1.061.383	
0,40 < Índice < 0,60	Regular	517.426  --  782.770	
0,20 < Índice < 0,40	Ruim	252.080  --  517.425	
<b>0 &lt; Índice &lt; 0,20</b>	<b>Péssimo</b>	<b>0  --  252.079</b>	

Fonte: elaborado pela autora.

Segundo o CONAMA (2009), os pneus inservíveis são aqueles que apresentam danos irreparáveis em sua estrutura não se prestando mais à rodagem ou à reforma. Em relação aos impactos ambientais dos pneus, Nohara e outros (2006) destacam que, mesmo classificados no grupo de resíduos inertes, representando menor grau de periculosidade ambiental, os pneus ocupam papel de destaque na discussão dos seus impactos reais sobre o meio ambiente e a sobre saúde pública.

De acordo com Souza (2009), a queima dos pneus representa uma ameaça de contaminação ao solo e aos lençóis freáticos. Muitas vezes os pneus são jogados em córregos, lagos ou rios, o que provoca a diminuição da calha desses locais que, conseqüentemente, ficam mais passíveis a enchentes, causando inundações às vias e residências próximas, além das doenças iminentes a esse tipo de situação (SPECHT, 2004).

Adicionalmente, a queima de pneus sem nenhum tipo de tratamento ou filtro da fumaça emitida, que libera substâncias altamente tóxicas, pode representar riscos de mortalidade prematura, deterioração das funções pulmonares, problemas do coração e depressão do sistema nervoso e central. Outra grande preocupação acerca dos pneus inservíveis refere-se à sua disposição em aterros sanitários (ANDRIETTA, 2002; FILHO, 2008).

O autor ainda afirma que essa prática não é recomendada devido à forma e composição, dificuldade de compactação, decomposição e redução na vida útil do aterro. Os pneus podem reter gases em seu interior, fazendo com que o pneu passe para a superfície do aterro (como um balão) quebrando, assim, a camada de cobertura. Com uma rachadura nessa camada, os resíduos se tornam expostos, novamente, atraindo insetos, roedores e pássaros, e permitem que os gases escapem sem controle. Além disso, o pneu é um caminho, também, para que a água das chuvas entre, produzindo uma quantidade maior de chorume (SANDRONI, PACHECO, 2005).

Na sequência, no quadro 3.2, é possível observar na dimensão ambiental como foi realizada a análise do indicador ambiental “pontos viciados de descarte inadequado”. Para tal, o cálculo foi realizado usando como base o quantitativo de zero pontos viciados como sendo o ideal e, na pior situação, um (01) ponto de descarte viciado a cada 100.000 hab.

A relação foi fundamentada na Resolução N° 416, de 30 de setembro de 2009, publicada no DOU N° 188, de 01/10/2009, p. 64-65, que afirma que, para municípios que possuem população acima de 100.000 hab, é obrigatório um (01) ecoponto. Assim, tomou-se como parâmetro a ideia de que o município não pode ter mais de um ponto viciado para cada ecoponto cadastrado. No caso de Aracaju, a relação foi realizada com base nos 300 pontos viciados de descarte indevido com base no Relatório de Saneamento Básico (2016). Assim, a cidade possui 50 pontos viciados a cada 100.000 habitantes ou **0,0005**, quando o ideal seria no máximo um ponto.

Quadro 3.2 - Pontuação do indicador ambiental “pontos viciados de descarte inadequado” proposta pela pesquisa.

DIMENSÃO AMBIENTAL – INDICADOR PONTOS VICIADOS DE DESCARTE INADEQUADO (DA2)			
Índice (0 - 1)	Nível de Sustentabilidade	Pontuação	
$0,80 < \text{Índice} < 1,00$	Ideal	0  --  1,19	Quantitativo de pontos viciados de descarte a cada 100.000 habitantes do município de Aracaju.
$0,60 < \text{Índice} < 0,80$	Bom	1,2  --  2,39	
$0,40 < \text{Índice} < 0,60$	Regular	2,4  --  3,59	
$0,20 < \text{Índice} < 0,40$	Ruim	3,6  --  4,79	
$0 < \text{Índice} < 0,20$	Péssimo	4,8  --  6,0	

Fonte: elaborado pela autora.

Para o indicador “coleta periódica de penus inservivei” (dimensão ambiental), conforme quadro 3.3, a análise foi realizada com base na frequência mensal em que a coleta se realiza nos bairros de Aracaju (37 bairros no total). Todas as semanas passa em todos os bairros, cada dia da semana equivale a 6 ou 7 bairros, sempre no mesmo dia da semana (SMS, 2016). A frequência de coleta/mês em Aracaju é de 4 vezes por mês. Bretas (2002) afirma que a coleta e transporte de lixo regular, dentre as atividades de limpeza pública, é a que gera, pela população, mais reclamações imediatas quando da sua não realização. O aumento ou diminuição da população, as mudanças de características de bairros e a existência do recolhimento de forma irregular do lixo são alguns fatores que apontam para a necessidade de tecnologia e redimensionamento dos roteiros de coleta (IBAM, 2001).

Quadro 3.3 - Pontuação do indicador ambiental “coleta periódica de pneus inservíveis” proposta pela pesquisa.

<b>DIMENSÃO AMBIENTAL – INDICADOR COLETA PERIÓDICA DE PNEUS INSERVÍVEIS (DA3)</b>			
<b>Índice (0 - 1)</b>	<b>Nível de Sustentabilidade</b>	<b>Pontuação</b>	
0,80 < Índice < 1,00	Ideal	8	Frequência de coleta por mês nos bairros de Aracaju.
0,60 < Índice < 0,80	Bom	6	
<b>0,40 &lt; Índice &lt; 0,60</b>	<b>Regular</b>	<b>4</b>	
0,20 < Índice < 0,40	Ruim	2	
0 < Índice < 0,20	Péssimo	0	

Fonte: elaborado pela autora.

Para o indicador “pontos de coleta específicos na dimensão ambiental”, conforme quadro 3.4 a seguir, a análise foi realizada com base na quantidade máxima ideal de pontos de coleta em municípios brasileiros. Para estabelecer essa pontuação, a pesquisa usou a legislação vigente (Resolução Nº 416, de 30 de setembro de 2009, publicada no DOU Nº 188, de 01/10/2009, págs. 64-65) que afirma que o ideal é um (01) ponto de coleta para municípios que possuem acima de 100.000 habitantes. Tomando o município de Aracaju como base e partindo da ideia que o mínimo a ser considerado seria 1 ponto de coleta para o mínimo de 100.00 habitantes, temos que o ideal seriam seis pontos de coletas na cidade estudada. Aracaju possui apenas um (01) ponto de coleta, quando deveria ter no mínimo seis pontos de coleta.



Quadro 3.4 - Pontuação do indicador ambiental “pontos de coleta específicos de pneus inservíveis” proposta pela pesquisa.

DIMENSÃO AMBIENTAL - PONTOS DE COLETA ESPECÍFICOS (DA4)			
Índice (0 - 1)	Nível de Sustentabilidade	Pontuação	
0,80 < Índice < 1,00	Ideal	4,8  --  6,0	Relação entre quantidade de pontos de coleta por população do município.
0,60 < Índice < 0,80	Bom	3,6  --  4,79	
0,40 < Índice < 0,60	Regular	2,4  --  3,59	
0,20 < Índice < 0,40	Ruim	1,20  --  2,39	
0 < Índice < 0,20	Péssimo	0  --  1,19	

Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com Spreafico et al. (2012), apesar de proibido por lei, o descarte indiscriminado de pneus na natureza ainda é uma prática recorrente no Brasil, principalmente, em grandes centros urbanos. Nesses locais, por falta de infraestrutura ou mesmo instruções à população, os pneus são jogados em lixões, aterros, lagos, rios e córregos, causando impactos negativos ao meio ambiente, tais como contaminação do solo, através de liberação de substâncias tóxicas, enchentes e, em alguns casos, surgimento de doenças como a dengue e leptospirose.

Um dos maiores desafios quando se fala em pneus inservíveis está em sua destinação final, pois parte desses resíduos ainda é disposto inadequadamente no ecossistema, representando sério risco ao meio ambiente e à saúde pública. No entanto, devido à maior conscientização ambiental e por força da legislação, tem-se observado o surgimento de alternativas que buscam dar uma melhor destinação final aos pneumáticos e reduzir os passivos ambientais relacionados a esse resíduo (MATTIOLI et al., 2009).

Conforme ressaltado por Parra et al. (2010), a Resolução CONAMA nº 416/09 tem como base a Resolução CONAMA nº 258/99, com algumas alterações e acréscimos, para uma melhor destinação, pontos de coleta e centrais de armazenamento que tem como responsáveis os próprios fabricantes e importadores, visando uma melhor logística da destinação. Além da instalação obrigatória de pontos de coleta de pneus em municípios com mais de cem mil habitantes, o que é um avanço na logística reversa a responsabilidade compartilhada e o princípio da hierarquia na gestão (SOUZA, 2009; RIBEIRO, 2005; RODRIGUEZ, 2012).

Por outro lado, o autor cita como negativo o fato de a lei não indicar as fontes de recursos para custear as mudanças, não destaca linhas de financiamento, benefícios econômicos e fiscais para o setor. Para ele deve-se realizar um detalhamento para a implementação da logística reversa na prática, responsabilidade compartilhada e os acordos setoriais.

A necessidade de se ampliarem os pontos de coleta na cidade de Aracaju perpassa vários motivos que levam indivíduos, grupos ou prefeitura a buscar ampliar o programa de coleta seletiva de lixo e sobretudo incentivar a coleta de pneus. Estes podem ser de natureza ambiental/geográfica (preocupações voltadas à falta de espaço para disposição do lixo, à preservação da paisagem, à economia de recursos naturais e à diminuição do impacto ambiental de lixões e aterros); sanitária (locais onde a disposição inadequada do lixo traz inconvenientes estéticos e de saúde pública); social (quando o trabalho enfoca a geração de empregos e o resgate da dignidade, estimulando a participação de catadores); econômica (objetiva reduzir os gastos com a limpeza urbana e investimentos em novos aterros, ou ainda para estimular a renda relacionada à comercialização de materiais recicláveis); e educativa (vê um programa de coleta seletiva como uma forma de contribuir para transformar valores e atitudes em relação ao ambiente e, no nível político, para mobilizar a comunidade e fortalecer o espírito de cidadania). A motivação para a implantação de um programa de coleta seletiva reúne vários destes aspectos (THEYEL, 2000).

A escassez de áreas para aterros faz com que um município precise destinar seus resíduos a outro município, encarecendo o custo de transporte e disposição, aumentando, assim, a motivação econômica.

Na dimensão econômica (DE1), o indicador custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador teve seu cálculo realizado com base em informações que foram enviadas pelo município de Aracaju (quadro 3.5). O custo da matéria-prima em relação ao valor cobrado pelo pneu triturado para o reciclador é zero para Aracaju.

Quadro 3.5 - Pontuação do indicador econômico “custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador” proposta pela pesquisa.

<b>DIMENSÃO ECONÔMICA - CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA PARA O RECICLADOR (DE1)</b>			
<b>Índice (0 - 1)</b>	<b>Nível de Sustentabilidade</b>	<b>Pontuação</b>	
0,80 < Índice < 1,00	Ideal	25%	Custo da matéria-prima em relação ao valor cobrado pelo pneu triturado para o reciclador.
0,60 < Índice < 0,80	Bom	18,75%	
0,40 < Índice < 0,60	Regular	12,5%	
0,20 < Índice < 0,40	Ruim	6,25%	
<b>0 &lt; Índice &lt; 0,20</b>	<b>Péssimo</b>	<b>0%</b>	

Fonte: elaborado pela autora.

Quase todos os processos que reutilizam os materiais presentes nos pneus precisam inicialmente de uma fase de trituração. Feita a granulação e a separação, os materiais terão seu destino adequado. A borracha granulada pode ser usada no ramo da construção civil na fabricação de pisos, funcionando como isolante de parede e telhas. A borracha pode ser usada também em sola de sapatos e como mistura para novos pneus e formulação de asfalto. À medida que os pneus vão sendo descartados, e cada sociedade busca formas de utilizá-los no contexto de suas condições sócio-econômicas, culturais e geográficas (KRAEMER, 2000).

Na dimensão econômica, outra destinação importante é a granulação, que atinge 33% do total de pneus descartados. Esse processo garante movimento econômico direto. Segundo informações retiradas do mercado, o preço de 100kg de borracha granulada, com espessuras de 2 a 3mm, pode chegar a R\$ 65,00 (MERCADO LIVRE, 2016).

Calculando sobre o total destinado nesse método, 165.574,82 toneladas (IBAMA, 2013), chega-se a uma receita total de R\$107.623,63 (aproximadamente cento e sete milhões de reais) a partir do “lixo”. Esses números demonstram a importância da logística reversa e os impactos econômicos que podem ser proporcionados por ações sustentáveis. Essas informações representam a situação atual desse setor, que insere a cada ano 764.668,28 toneladas de pneus novos no mercado (IBAMA, 2013), caminhando de forma consciente para um desenvolvimento sustentável de toda a cadeia produtiva.

Informa Kraemer (2000, p. 53) que o uso de pneus como combustível é tecnicamente possível, mas não economicamente atrativo, por causa do alto investimento inicial. Há

necessidade de adaptação do sistema de alimentação dos fornos e instalação de sistemas de controle de poluição ambiental. Outra forma de agregar valor aos resíduos é transformar os pneus inservíveis em novos objetos. Há um bom reaproveitamento de partes do pneu de caminhão na confecção de solado de sapato, cintas para estofados, borracha para rodos, entre outros pequenos objetos, após a laminação de suas partes externas e internas.

Para o autor supracitado, com a aquisição de novas tecnologias, busca-se a completa recuperação dos componentes do pneu. O processo de recuperação passa pelo picotamento, moagem e separação desses componentes para produção de energia da mesma forma que os pneus inteiros (devido ao barateamento no transporte com a redução do volume ocupado). Na construção civil, as partículas de borracha são usadas de modo experimental tanto em mistura com argamassa de cimento como em preenchimento estrutural em pavimentação asfáltica.

Nesse último caso, o material produzido a partir dos pneus usados já é bastante utilizado no Brasil, principalmente, no Sudeste do país. Na agricultura a borracha obtida a partir da trituração dos pneus é usada na construção de drenos. Após ser triturado o pneu é reduzido a pequenas partículas, que podem facilmente ser incorporadas à argamassa ou diluídas por aquecimento e utilizadas em outros fins, a exemplo do recapeamento asfáltico (KRAEMER, 2000).

Na dimensão econômica (DE1), o indicador “custo da logística de transporte” teve como parâmetro o custo mensal médio da coleta em relação ao custo da logística de transporte e ao retorno financeiro gerado com a venda da matéria-prima (quadro 3.6). Aracaju possui 37 bairros cadastrados, sendo que o ideal é que a coleta ocorra em todos. Sendo assim, o custo da logística de transporte em relação ao retorno financeiro gerado com a venda da matéria-prima está sendo de 0 (zero), ou seja, o município não possui retorno algum sobre todo o custo de coleta. O processo de logística reversa gerenciado pela prefeitura de Aracaju atualmente não apresenta retorno algum para o município. Para Lima (2001), é importante mencionar que os problemas gerados pelos retornos, incluindo aí o de pneus inservíveis, seriam a quantidade de produtos que retorna é maior que a produzida na indústria; os produtos retornáveis ocupam espaço nos armazéns, o que gera custos, principalmente quando a quantidade for grande; o custo total do fluxo reverso é desconhecido, de difícil avaliação.

Quadro 3.6 - Pontuação do indicador econômico “custo da logística de transporte” proposta pela pesquisa.

DIMENSÃO ECONÔMICA - CUSTO DA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE (DE2)			
Índice (0 - 1)	Nível de Sustentabilidade	Pontuação	
$0,80 < \text{Índice} < 1,00$	Ideal	0	Custo da logística de transporte em relação ao retorno financeiro gerado com a venda da matéria-prima.
$0,60 < \text{Índice} < 0,80$	Bom	25%	
$0,40 < \text{Índice} < 0,60$	Regular	50%	
$0,20 < \text{Índice} < 0,40$	Ruim	75%	
$0 < \text{Índice} < 0,20$	Péssimo	100%	

Fonte: elaborado pela autora.

Na dimensão econômica, o indicador “valor agregado do pneu inservível” foi analisado com base no valor médio cobrado por kg de pneu triturado pelas empresas recicladoras que cobram R\$ 1,00 no mercado em média. A relação aconteceu entre o custo mensal de transporte dos pneus inservíveis e a quantidade média mensal recolhida de pneus. Levando em consideração que existe um custo mensal pelo município de R\$ 8000,00 com a coleta mensal de pneus inservíveis, e que é coletada uma média de 2330 pneus/mês, cada pneu custa R\$ 3,43 para o município. Usando como base que um pneu possui 15 kg, cada kg custaria R\$ 0,22 para o município para cobrir o custo com a coleta. No caso de Aracaju, o nível ficou avaliado como péssimo, pois não vem sendo cobrado o correspondente ao mínimo para cobrir o custo mensal. A matéria-prima vem sendo entregue gratuitamente, sendo que onera ao município o seu recolhimento (ver quadro 3.7).

Quadro 3.7 - Pontuação do indicador econômico “valor agregado do pneu inservível” proposta pela pesquisa.

DIMENSÃO ECONÔMICA - VALOR AGREGADO DO PNEU INSERVÍVEL (DE3)			
Índice (0 - 1)	Nível de Sustentabilidade	Pontuação	
$0,80 < \text{Índice} < 1,00$	Ideal	R\$ 0,22	Custo mensal de transporte dos pneus inservíveis pela quantidade média mensal recolhida de pneus.
$0,60 < \text{Índice} < 0,80$	Bom	R\$ 0,16	
$0,40 < \text{Índice} < 0,60$	Regular	R\$ 0,11	
$0,20 < \text{Índice} < 0,40$	Ruim	R\$ 0,05	
$0 < \text{Índice} < 0,20$	Péssimo	R\$ 0,00	

Fonte: elaborado pela autora.

No Brasil, para Leite e Brito (2003); o pneu inservível no mercado não possui valor significativo, dificultando o interesse para a destinação correta, é proibido descartá-lo em aterro e a única solução é a reforma, que só pode ser feita até três vezes para pneus de automóveis de passeio e uma vez para caminhões de carga. Quando não há a possibilidade de reformá-lo, deve-se fazer a reciclagem (MOTTA, 2008; CHAVES & ALCANTARA, 2009).

Segundo Barbieri e Dias (2002); Razzolini Filho e Berté (2009); Chaves e Alcântara (2009); Chaves e Assunção (2008), a logística reversa de pós-consumo é evidenciada como logística reversa sustentável, e sua principal preocupação consiste na recuperação de materiais pós-consumo vindos de descartes após uso, podendo ser reaproveitados ou descartados (CHAVES; ASSUNÇÃO, 2008).

Segundo Leite e Brito (2003), as áreas de atuação da Logística Reversa possuem vantagens econômicas através de sua utilização pelas organizações. O objetivo econômico da implantação é a redução de custos relacionados ao aproveitamento de matéria-prima secundária ou proveniente de reciclagem (Ambiente Brasil, 2015), como também a revalorização dos bens pela reutilização e reprocesso (BOECHAT, 2012; CAMPOS & PEREIRA, 2012).

Para Tadeu et al. (2014) as principais razões que levam as empresas a atuarem em Logística Reversa são legislação ambiental; benefícios econômicos; a crescente conscientização ambiental dos consumidores; razões competitivas – diferenciação por serviço; limpeza do canal de distribuição; proteção de margem de lucro; recaptura de valor e recuperação de ativos (ROGERS & TIBBEN-LEMBKE, 1999).

Na dimensão social, o indicador “doenças de veiculação hídrica” teve sua análise realizada com base no que preconiza a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, que afirma que municípios com registros a partir de 300 casos de doenças de veiculação hídrica para cada 100.00 habitantes são caracterizados em situação de risco, epidemia, conforme quadro 11. Em 2016, na cidade de Aracaju, foram confirmados 110 casos de doenças de veiculação hídrica e 1815 casos de Dengue, Chikungunya e Zika em uma população de 632,7 mil habitantes. Segundo a SMS, isso representa situação de epidemia da doença em Aracaju .

Em janeiro e fevereiro de 2017, foram notificados 69 casos de dengue, 35 de Chikungunya e 6 de Zika. Comparando as três doenças para o mesmo período em 2016 foram 878 casos, e em 2017 foram 110, numa média de 55 casos por mês; queda de 87, 5% para o mesmo período. Em 2016, Aracaju teve um total de 1815 casos de dengue registrados junto à SMS, excedendo a margem limite e se colocando em um nível de sustentabilidade caracterizado como péssimo (ver quadro 3.8).

Quadro 3.8 - Pontuação do indicador social “doenças de veiculação hídrica” proposta pela pesquisa.

<b>DIMENSÃO SOCIAL - DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA (DS1)</b>			
<b>Índice (0 - 1)</b>	<b>Nível de Sustentabilidade</b>	<b>Pontuação</b>	
0,80 < Índice < 1,00	Ideal	0	Não existem casos de doenças de veiculação hídrica.
0,60 < Índice < 0,80	Bom	75	Quando houver cerca de 75 casos a cada 100.000 habitantes.
0,40 < Índice < 0,60	Regular	150	Quando houver cerca de 150.000 casos a cada 100.000 habitantes.
0,20 < Índice < 0,40	Ruim	225	Quando houver cerca de 225 casos a cada 100.000 habitantes.
<b>0 &lt; Índice &lt; 0,20</b>	<b>Péssimo</b>	<b>300</b>	<b>Quando houver cerca de 300 casos a cada 100.000 habitantes.</b>

Fonte: elaborado pela autora.

A problemática da saúde fez com que a Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju assumisse a operação da coleta de pneus inservíveis, que deveria, de acordo com a legislação vigente, ser realizada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Mesmo classificados no grupo de resíduos inertes, os pneus ocupam papel de destaque na discussão dos seus impactos reais sobre o meio ambiente e a sobre saúde pública (NOHARA et al., 2006).

Na superfície, segundo Filho (2005), se estocados sem a devida precaução em relação à sua proteção, existe a possibilidade de eles acumularem água das chuvas, o que pode propiciar a proliferação de insetos causadores de doenças, com destaque ao *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue, doença endêmica no Brasil, e ambiente propício para proliferação de roedores que, entre inúmeras doenças, transmitem a leptospirose (ALMEIDA, 2005; SILVA, 1999).

Assim, a disposição incorreta dos pneus inservíveis se torna muitas vezes uma questão de saúde pública, e, segundo Andrade (2007), surgem as iniciativas empresariais bem sucedidas, fruto de pesquisas e experiências diárias, que surtem efeitos positivos. Como exemplo, pode-se citar o co-processamento de pneus, utilizados como excelente fonte de energia, porém, alguns fatores precisam ser levados em consideração para que a alternativa para os pneus inservíveis não passe de uma solução ambiental para um problema de saúde pública, observando a quantidade de pneus que se utiliza no processo.

A grande quantidade de pneus utilizados pode causar vulnerabilidade do desenvolvimento e disseminação de vetores, o perfil epidemiológico, índices de infestação, prevalência e incidência de doenças devido a forma de transporte e acondicionamento desses pneus. Esses fatores podem ser preponderantes no desenvolvimento de pragas e vetores de doenças que se pode agravar levando a um surto ou epidemia em uma localidade, devido à

magnitude de locais favoráveis à proliferação. Assim, faz-se necessária a implantação de um programa de manejo integrado de pragas, com o propósito de controlar as possíveis pragas que possam se beneficiar da condição para seu desenvolvimento, proliferação e consequentemente a transmissão de doenças.

Para que os pneus cheguem a condições adequadas para serem estocados de forma segura, será necessário exigir que as transportadoras façam sua logística de transporte, preservando condições antidisseminação do vetor, transportando pneus secos e cobertos, visando permanecer os ovos quiescentes fora do contato com a água. Desta forma, as múltiplas ações integradas permitem uma sinergia no controle do vetor, promovendo de tal forma que o gerenciamento na origem dos pneus, a logística de transporte e o monitoramento no acondicionamento resultam na condição ideal para o co-processamento sem interferência em aspectos de saúde ambiental, especificamente neste caso para a população do município sede e região (RESENDE, 2015).

Os pneus são mecanismos que possibilitam a dispersão passiva dos vetores de uma região endêmica para outras regiões. Assim, a cadeia de abastecimento em circuito fechado teria de englobar não só as atividades logísticas tradicionais, abastecimento, produção, distribuição e consumo como, também, as atividades associadas à logística inversa, recolha, inspeção/separação, reprocessamento, deposição e redistribuição de resíduos recuperados.

Conforme o Censo Demográfico de 2010, 387.910 pessoas se declararam catadoras e catadores em todo o território brasileiro. Porém, esse valor pode estar abaixo do quantitativo real em função de algumas dificuldades na coleta de dados durante a pesquisa do Censo, conforme explicado pelo Instituto de Pesquisa Aplicada - IPEA (2012). Ainda assim, esse número não se distancia muito do estimado no Diagnóstico sobre Catadores de Resíduos Sólidos realizado pelo IPEA, em 2012, que apontava a possibilidade de um intervalo entre 400 mil e 600 mil catadoras e catadores, considerado a partir de diversas fontes de dados sobre o tema.

A região Nordeste concentra 116.528 pessoas desse universo, o que representa 30,6% do total de catadoras e catadores no Brasil. O estado da Bahia possui o maior contingente da região, com 34.107 trabalhadores. Juntos, Bahia, Pernambuco e Ceará concentram 63,0% desses trabalhadores na região. Sergipe e Piauí são os que apresentaram o menor número de pessoas que declararam trabalhar como catador(a), com 4.081 e 4.728, respectivamente (IPEA, 2013).

Na dimensão social (DS2), o indicador “empregos diretos gerados relacionados à coleta



de pneus inservíveis no município” foi calculado com base no quantitativo de trabalhadores que coletam pneus inservíveis pelo número total de 260 catadores registrados no Plano Estadual de Coleta Seletiva de Sergipe (2014), lembrando que tais catadores não são especializados em pneus inservíveis, uma vez que não remunera nessa cadeia. Não foi elaborado plano mais atualizado. Para elaborar a escala partiu-se do princípio de que o ideal seria que todos também coletassem pneus. Para Aracaju a DS2 é igual a 0 (zero), pois não temos registros de catadores que atuem especificamente junto ao resíduo sólido pneu (ver quadro 3.9).

Quadro 3.9 - Pontuação do indicador social “empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus inservíveis no município” proposta pela pesquisa.

<b>DIMENSÃO SOCIAL - EMPREGOS DIRETOS GERADOS RELACIONADOS À COLETA DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO (DS2)</b>			
<b>Índice (0 - 1)</b>	<b>Nível de Sustentabilidade</b>	<b>Pontuação</b>	
0,80 < Índice < 1,00	Ideal	260	Número de trabalhadores que coletam pneus inservíveis pelo número total de catadores.
0,60 < Índice < 0,80	Bom	195	
0,40 < Índice < 0,60	Regular	130	
0,20 < Índice < 0,40	Ruim	65	
<b>0 &lt; Índice &lt; 0,20</b>	<b>Péssimo</b>	<b>0</b>	

Fonte: elaborado pela autora.

No Brasil, a destinação final dos Resíduos Sólidos está em completo desacordo com o que dispõe o Artigo 225, da lei maior brasileira (BRASIL, 2012) e com o prazo fixado pela PNRS de 2010, Lei 12.305, para o fechamento dos lixões. Nesse aspecto, 41,74% dos RSU são descartados de forma inadequada (ABRELPE, 2014), o que corresponde a 79 mil toneladas diárias, gerando agressões ambientais nos estágios sólidos (lixo), líquidos (químicos) e gasosos (emissões em geral). De acordo com o IPEA (2012) existem, atualmente, 2.906 lixões distribuídos em 2.810 municípios, sendo 1.598 lixões no Nordeste, 380 lixões no Norte, 339 lixões no Centro Oeste, 311 lixões no Sudeste e 182 lixões no Sul do Brasil (IPEA, 2012). A ineficiência na gestão dos RSU pode ser identificada na coleta seletiva, em que pouco mais de sessenta e dois por cento (62%) dos municípios registraram iniciativas de coleta seletiva, sendo que no Sudeste esse índice é de oitenta e dois por cento (82%) e no Nordeste cai pela metade, quarenta por cento (40%) (ABRELPE, 2014; FLORIANI; FURLANETTO; SEHNEM, 2016).

Os autores afirmam que os recursos financeiros aplicados pelos municípios são insuficientes e podem explicar a falta de alternativas de comercialização que possam transformar a vida dos catadores e coletores de recicláveis e reutilizáveis nas diferentes regiões do Brasil quanto à coleta e demais Serviços de Limpeza Urbana (SLU).

No Sudeste, o investimento em Coleta e demais SLUs, no ano de 2013, foi de 145,2 R\$/hab./ano, gerando um Mercado de Limpeza Urbana (MLU) de 13.027 R\$ milhões/ano; enquanto no Nordeste o valor foi de 97,32 R\$/hab./ano, gerando um Mercado de Limpeza Urbana de 5.624 R\$ milhões/ano (ABRELPE, 2014).

O Brasil perde-se 8 bilhões de Reais/ ano por não reciclar (IPEA, 2010). Reciclar é criar capacidades, liberdades, mercado inclusivo de trabalho e renda, e isso contraria os fundamentos das instituições extrativistas. Quanto à reciclagem, apenas 10% dos RSU são distribuídos entre unidades de compostagem, unidades de triagem e reciclagem, unidades de incineração, vazadouros em áreas alagadas e outros destinos (IPEA, 2012; RODRIGUES; HENKES, 2015).

A busca pelas sociedades sustentáveis e globalmente responsáveis desafia a indústria dos resíduos sólidos urbanos (RSU), que apresenta um potencial a ser maximizado em função da complexidade e dos custos envolvidos nessa atividade, demandando atenção permanente dos grupos envolvidos, principalmente, para as inúmeras oportunidades de investimento. No entanto, as questões que persistem, no Brasil, são como encontrar formas de compartilhar custos de forma isonômica e equitativa entre os vários atores comprometidos com ações legalizadas e os atores que desenvolvem práticas ilegais.

Segundo o IPEA (2012), em termos nacionais, o número de municípios com algum sistema de coleta seletiva aumentou em 120%, mas a fração dos municípios que já possuem algum sistema de coleta não ultrapassa os 18% do total. A maioria dos programas em vigência se localiza nas regiões Sul e Sudeste.

Atualmente, a maior parte dos órgãos públicos que já implementaram ações da A3P (Agenda Pública) estão se inserindo no projeto "Coleta Seletiva Solidária", conforme requisitos do Decreto nº 5940, de 25 de outubro de 2006, que institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis.

No ano de 2003 ocorre uma nova mobilização dos catadores de lixo, que reivindicam a formalização da profissão, a erradicação dos lixões e a responsabilização dos geradores de

resíduos. Essa pauta foi formulada no 1º Congresso Latino-Americano de Catadores de Lixo, realizada no ano de 2003. Apesar de a profissão de Catador de Materiais Recicláveis ser reconhecida pela Portaria 397, de 9 de outubro de 2002, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), a Presidente Dilma Rousseff vetou integralmente por inconstitucionalidade e contrariedade ao interesse público, por meio da Mensagem de Veto nº 2/2012 ao Congresso Nacional, o Projeto de Lei nº 6.822/10 da Câmara dos Deputados e o Projeto de Lei nº 618/07 do Senado Federal, que tinham a intenção de regulamentar o exercício da profissão de Catador de Materiais Recicláveis e de Reciclador de Papel.

### **3.2.2 Análise da interação entre os indicadores que compõem o índice de sustentabilidade com base na metodologia de Calorio**

Os parâmetros para calcular o nível do índice de sustentabilidade foram estabelecidos para cada indicador com base na legislação existente e em dados empíricos coletados junto aos órgãos competentes e relacionados com a presente pesquisa. Com base na metodologia de Calorio (1997), foi calculado um índice de sustentabilidade final que subsidiasse o gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis no município de Aracaju.

Meneses (2017) afirma que de acordo com Van Bellen (2005) os índices de sustentabilidade se tratam de indicadores que condensam suas informações obtidas em uma coleta de dados. E destaca que um índice revela o estado de um sistema ou fenômeno (SHIELDS et al., 2002). A autora afirma que a sustentabilidade é determinada por fatores econômicos, sociais e ambientais que devem ser contemplados no cálculo do índice de sustentabilidade. Para um sistema ser considerado sustentável esta deve ser capaz de melhorar suas características econômicas, sociais e ambientais. Já Siche et al. (2007) destaca que tanto os índices ou como indicadores podem sinalizar a situação do sistema avaliado, pois oferecem uma fotografia do momento atual.

No processo de determinação do índice de sustentabilidade, foram adotados indicadores que estão ligados de forma direta ou indireta à logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju, portanto, as análises dos resultados obtidos buscam refletir sobre o índice de sustentabilidade do retorno de pneus visando analisar questões sociais, econômicas e ambientais fundamentais para que a logística reversa ocorra da melhor forma possível e seja capaz de trazer melhorias ao processo.

No intuito de melhor analisar os resultados obtidos com a mensuração dos diferentes indicadores selecionados, se efetuou a construção de um gráfico do tipo radar. Estão expostos todos os indicadores analisados, seus símbolos representativos e seus valores padronizados, visando a contribuir para que a análise possa ocorrer com a maior clareza possível.

A constante de Calorio utilizada foi 300 para que a  $V_{pn}$  não seja negativa. A definição do posicionamento de cada eixo foi obtida através de um arranjo fatorial  $n!$ . Neste trabalho utilizaram-se nove indicadores para definição do índice de sustentabilidade e definiu-se um arranjo desses posicionamentos. Vale ressaltar que os outros arranjos não alterariam o resultado final do índice, apenas poderiam permitir discussões específicas de cada indicador. A média teve o valor estabelecido em 208,77 e o desvio padrão em 568,09.

A mensuração dos indicadores foi realizada por meio da análise dos dados coletados (primários e secundários). No quadro 3.10 é possível visualizar e entender o cálculo do índice de sustentabilidade (IS) por meio do método de Calorio (1997).

Quadro 3.10 – Indicadores - Valores de cada indicador para o caso em estudo -  $V_{pn}$

Indicadores		Valores de cada indicador para o caso em estudo	$V_{pn}$
IA1	Pneus inservíveis (nº/mês)	4,496	0,168506463
IA2	Pontos viciados de descarte inadequado (nº)	50	0,248606775
IA3	Coleta periódica (dias/mês)	4	0,167633358
IA4	Pontos de Coleta Específicos (nº)	1	0,162352483
IE1	Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$)	0	0,160592192
IE2	Custo da logística de transporte (R\$)	3,43	0,166629992
IE3	Valor agregado do pneu inservível (R\$)	1	0,162352483
IS1	Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab)	1815	3,35552158
IS2	Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	0	0,160592192

Fonte: elaborado pela autora.

**Legenda:**

$v_{pn}$ = valor de cada eixo dimensionalizado
$d_n$ = lado faltante do triângulo
$p_n$ = semiperímetro
$S_n$ = área de cada triângulo

É possível visualizar no quadro 3.11. para cada indicador a respectiva Vpn (valor de cada eixo dimensionalizado), Dn (lado faltante do triângulo), Pn (semiperímetro) e Sn (área de cada triângulo). Com base no cálculo realizado também é possível visualizar o Índice de Desenvolvimento Sustentável ou Índice de Sustentabilidade Final (ISF) encontrado para a realidade em análise. Vale ressaltar que o Sn é a área de cada triângulo.

Quadro 3.11 - Indicadores e os valores encontrados para cálculo do Índice de Sustentabilidade Final.

Indicadores		Vpn	Dn	Pn	Sn
IA1	Pneus inservíveis (nº/mês)	0,168506463	0,112814452	0,220957	0,008698
IE1	Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$)	0,160592192			
IE1	Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$)	0,160592192	0,112465207	0,220345	0,008653
IA3	Coleta periódica (dias/mês)	0,167633358			
IA3	Coleta periódica (dias/mês)	0,167633358	0,161432634	0,288836	0,013395
IA2	Pontos viciados de descarte inadequado (nº)	0,248606775			
IA2	Pontos viciados de descarte inadequado (nº)	0,248606775	0,162576575	0,285888	0,012832
IS2	Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	0,160592192			
IS2	Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	0,160592192	0,110476459	0,216711	0,00838
IA4	Pontos de Coleta Específicos (nº)	0,162352483			
IA4	Pontos de Coleta Específicos (nº)	0,162352483	0,11261084	0,220792	0,008695
IE2	Custo da logística de transporte (R\$)	0,166629992			
IE2	Custo da logística de transporte (R\$)	0,166629992	3,229659835	3,375906	0,179716
IS1	Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab)	3,35552158			
IS1	Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab)	3,35552158	3,234156172	3,37135	0,173204
IE3	Valor agregado do pneu inservível (R\$)	0,168506463			
IE3	Valor agregado do pneu inservível (R\$)	0,168506463	0,112814398	0,220956	0,173204
IA1	Pneus inservíveis (nº/mês)	0,168506463			
<b>Índice de Sustentabilidade</b>					<b>0,422271</b>

Fonte: elaborado pela autora.

O resultado do Índice Sustentabilidade Final ou global foi 0,422271, valor inicial para ser tomado como base para propor ações de políticas públicas. Um ou dois anos após a finalização deste trabalho, é interessante a realização de novo cálculo para analisar se o índice cresceu ou decresceu e verificar a efetividade das propostas realizadas. O espaço no tempo propicia análise de variações nas dimensões em estudo, pois com o tempo notam-se melhorias em determinada dimensão, enquanto outra dimensão piora.

Uma alternativa para simplificar a análise em questão tem sido a elaboração de gráficos do tipo radar que representem uma coleção de indicadores medidos em um sistema. Calorio (1997) produziu uma metodologia para cálculo de um índice de sustentabilidade a partir desses gráficos. Segundo Lighrfoot et al. (1993), esse tipo de diagrama produz informações visuais que são úteis para comparar sistemas ao longo do tempo e do espaço.

Foram utilizados métodos empíricos e, na sequência, conforme foi construído o gráfico 3.6 por meio da metodologia radar (que através de tratamento estatístico elimina os efeitos das diferentes unidades entre os indicadores escolhidos e permite a visualização e quantificação do índice final) onde, a partir da soma das três áreas calculadas, foi gerado e demonstra-se o índice de sustentabilidade final referente à presente pesquisa.

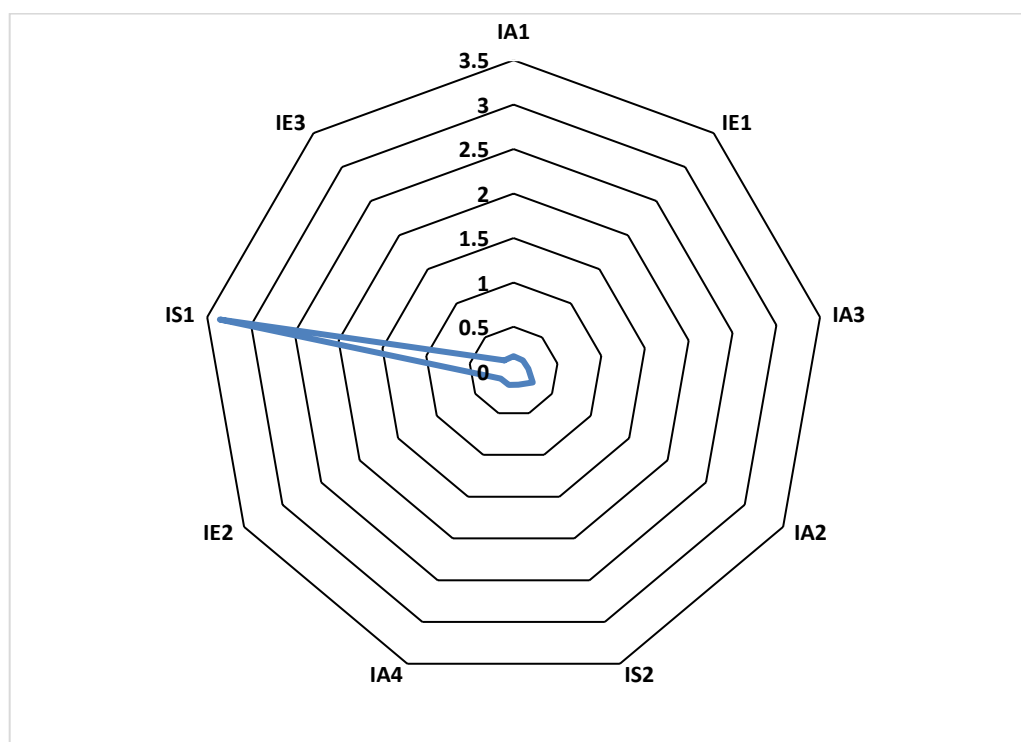


Figura 3.6 - Gráfico de Índice de Sustentabilidade.

Ao analisar o gráfico 3.3 incluindo todos os indicadores que formam o índice de sustentabilidade, foi possível constatar que, independentemente da organização adotada para os indicadores, o entrave e as discussões irão se concentrar em torno dos indicadores econômicos, a saber, custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (atualmente é gratuito, sendo que o governo não possui lucro algum); custo da logística de transporte (o governo ou associações arcam com o onus não repassando ao reciclador); e principalmente o valor agregado do pneu inservível (não existem incentivos o suficiente para que esse produto movimente o mercado como deveria), pois são neles que se concentram os obstáculos que devem ser removidos a princípio, para que seja dado início a uma caminhada rumo à sustentabilidade, conforme os indicadores adotados. Assim, é notório que não existem incentivos para instalação de empresas de reciclagem em Aracaju, sendo o problema principal de cunho econômico, o que impacta nos indicadores sociais e ambientais.

O índice encontrado nesta pesquisa nada significa se não for usado para realizar acompanhamentos futuros do comportamento dos indicadores após a implementação de medidas apontadas como necessárias por eles, o que permitira estabelecer um comparativo da evolução do índice de sustentabilidade.

A metodologia aqui adaptada de Calório (1997) também foi utilizada por Mendonça (2013) para analisar a sustentabilidade e os usos múltiplos da água da barragem Poção da Ribeira-SE onde dentre os onze indicadores utilizados na confecção do índice de sustentabilidade, se constatou alguns indicadores se apresentaram como os principais entraves na caminhada rumo à sustentabilidade das atividades que dependem dos usos das águas da barragem

Meneses (2017) usou a mesma metodologia com o objetivo de determinar o Índice de sustentabilidade da Ilha Mem de Sá, utilizando indicadores das dimensões ambiental, social e econômica. Dos nove indicadores utilizados para mensuração do Índice de sustentabilidade, constatou-se identificou alguns como os principais problemas para chegar-se a uma comunidade sustentável. Ambos os autores usaram a metodologia em questão para obtenção de um índice de sustentabilidade a partir do gráfico tipo radar, como utilizada neste trabalho.

### 3.2.3 Índice de Sustentabilidade com base na metodologia de Sobral

Para qualificar os índices ambientais, econômicos e sociais, e concluir sobre a sustentabilidade, foram utilizados os critérios estabelecidos com base no modelo desenvolvido por Sobral (2012) que também foi adaptada a realidade estudada por Feitosa (2016) com o objetivo de analisar a associação existente entre os indicadores ambientais, institucionais e sociais com o Índice de Infestação Predial (IIP) pelo *Aedes aegypti* nos bairros Cidade Nova e Jabotiana, em 2014.

Na sequência, com base na tabela 3.3. onde foram atribuídos pesos com o objetivo de aproximar os indicadores da realidade estudada, os valores dos pesos foram escalonados de forma a identificar o nível de sustentabilidade do indicador em estudo.

Tabela 3.3 - Classificação dos índices de sustentabilidade propostos por esta pesquisa.

Índice (0 - 1)	Nível de Sustentabilidade
$0,80 < \text{Índice} < 1,0$	Ideal
$0,60 < \text{Índice} < 0,80$	Bom
$0,40 < \text{Índice} < 0,60$	Regular
$0,20 < \text{Índice} < 0,40$	Ruim
$0 < \text{Índice} < 0,20$	Péssimo

Fonte: Sobral (2012).

Foi realizada uma adaptação na metodologia de Sobral (2015), conforme quadro 3.12. em que foram usados valores sem unidade com base estatística (Vpn), que foram aproximados para valores médios dentro de cada intervalo da escala criada por Sobral (2015).

Em seguida, os índices de sustentabilidade ambiental, econômico e social foram classificados da seguinte maneira (quadro 3.12):



Quadro 3.12 - Indicadores e o nível de sustentabilidade encontrado.

Indicadores		Valores (Vpn)	Valores médios de cada intervalo de Sobral (IS)	Classificação do Nível de Sustentabilidade
IA1	Pneus inservíveis (nº/mês)	0,168506463	0,1	Péssimo
IA2	Pontos viciados de descarte inadequado (nº)	0,248606775	0,3	Ruim
IA3	Coleta periódica (dias/mês)	0,167633358	0,1	Péssimo
IA4	Pontos de Coleta Específicos (nº)	0,162352483	0,1	Péssimo
<b>Índice de Sustentabilidade Ambiental</b>			0,15	Péssimo
IE1	Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$)	0,160592192	0,1	Péssimo
IE2	Custo da logística de transporte (R\$)	0,166629992	0,1	Péssimo
IE3	Valor agregado do pneu inservível (R\$)	0,162352483	0,1	Péssimo
<b>Índice de Sustentabilidade Econômico</b>			0,1	Péssimo
IS1	Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab)	3,35552158	0,1	Péssimo
IS2	Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	0,160592192	0,1	Péssimo
<b>Índice de Sustentabilidade Social</b>			0,1	Péssimo
<b>Índice de Sustentabilidade Final</b>			0,116	Péssimo

Fonte: elaborado pela autora.

De forma geral, o índice final de sustentabilidade final encontrado para a cidade de Aracaju, universo desta pesquisa, com base em Sobral (2015), tem sua classificação como péssimo, pois o valor encontrado foi de 0,116 confirmando assim a hipótese proposta inicialmente de que o sistema de gerenciamento logístico de pneus inservíveis utilizado no município da capital sergipana não atende a pressupostos de sustentabilidade.

Dado o exposto, chegou-se aos resultados expostos no quadro 3.13 que relaciona a situação atual do município de Aracaju em relação a cada indicador gerado na presente pesquisa.

Quadro 3.13 - Indicadores *versus* situação atual em Aracaju (SE).

Indicadores		Resumo da situação atual
IA1	Pneus inservíveis (nº/mês)	O IBGE não realiza esse levantamento.
IA2	Pontos viciados de descarte inadequado (nº)	Foi realizado estudo atual sobre tal mapeamento, mas ainda pode acontecer de forma mais precisa.
IA3	Coleta periódica (dias/mês)	Ocorre de forma regular e efetiva, mas pode ser melhorado com o uso de programas de roteirização
IA4	Pontos de Coleta Específicos (nº)	Aracaju possui apenas um, quando deveriam ser seis ou mais. Cabem ações voltadas a esse problema junto ao SEMA. Depende apenas da gestão do município e suas prioridades.
IE1	Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$)	Ainda é zero. O reciclador não possui custo algum. Ainda assim, toda a matéria-prima local é enviada ao estado vizinho da Bahia.
IE2	Custo da logística de transporte (R\$)	Tem custo para o município e para a RECICLANIP. No entanto, nada é repassado ao reciclador.
IE3	Valor agregado do pneu inservível (R\$)	O valor agregado ainda é baixo, pois não existe um mercado que valorize tanto esse produto.
IS1	Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab)	Está sob controle. Existem ações da Vigilância Sanitária sob a gestão do município.
IS2	Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	Nenhum emprego gerado diretamente ou indiretamente até o momento.

Fonte: elaborado pela autora.

Acerca de cada indicador seguem algumas observações com base nos resultados encontrados:

O IBGE não realiza levantamento sobre pneus inservíveis, o que precisa começar a acontecer tendo em vista o tamanho passivo ambiental. Não existe pesquisa oficial sobre o quantitativo e detalhamento por tipo de pneus inservíveis.

Foi realizado sobre pontos viciados de descarte inadequado, um estudo atual (Plano Municipal de Saneamento Básico integrado do município de Aracaju - 2016) sobre tal mapeamento, mas ainda pode acontecer de forma mais precisa.

A coleta periódica ocorre de forma regular e efetiva, mas pode melhorar com o uso de programas de roteirização. A responsabilidade da coleta seria por legislação da SEMA e não SMS. Desde 2007 está na responsabilidade da SM, evidenciando um desvio de função entre os órgãos. Precisa ser revisto pelo poder público.

Sobre os pontos de coleta específicos, Aracaju possui apenas um, quando deveriam ser seis ou mais. Cabem ações voltadas a esse problema junto ao SEMA. Depende apenas da gestão do município e suas prioridades.

O custo da logística de transporte ainda é zero. O reciclador não possui custo algum. Ainda assim, toda a matéria-prima local é enviada ao estado vizinho da Bahia. Uma questão a se colocar é: por que o governo de Sergipe não tira proveito dessa matéria-prima? Por que não criar estratégias para implantar empresas de reciclagem dentro do próprio estado? Tem custo para o município e para a RECICLANIP. No entanto, nada é repassado ao reciclador. Esse mercado pode ser estimulado para que o retorno possa existir e o interesse possa aumentar em relação a essa logística reversa.

O valor agregado do pneu inservível ainda é baixo, pois não existe um mercado que valorize tanto esse produto. Aracaju não possui nenhuma empresa de reciclagem, o que pode merecer um olhar especial, pois é importante saber se isso se dá por falta de incentivos. Seria interessante um estudo de viabilidade e olhar especial por parte do governo do estado para a questão de incentivos.

Ao se falar em doenças de veiculação hídrica, a situação está sob controle. Existem ações da Vigilância Sanitária sob a gestão do município; a Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMA pode retomar essa gestão caso exista verba para tal.

Com relação a empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município nenhum emprego gerado diretamente ou indiretamente até o momento. Não existe nenhum trabalho de incentivo a catadores voltados a pneus em Aracaju (SE). A coleta se dá somente por meio da EMSURB em parceria com a SMS, o que impacta diretamente no indicador social relacionado à geração de empregos.

## 4 CONCLUSÕES

A presente pesquisa confirma a hipótese proposta inicialmente de que o sistema de gerenciamento logístico de pneus inservíveis utilizado no município da capital sergipana não atende a pressupostos de sustentabilidade.

O modelo de desenvolvimento sustentável tomado como base para este estudo está pautado na economia neoclássica, que se norteia no crescimento econômico para chegar ao bem-estar humano. No entanto, é mister destacar que esse modelo econômico criou vários problemas ambientais que foram chamados por Kuzntez de externalidades negativas, a saber, o aquecimento global, as mudanças climáticas, depósito indevido de resíduos, objeto deste trabalho, dentre outros. Suas causas vêm de longe, crescimento populacional, crescimento industrial, que eleva o consumo de combustíveis fósseis, poluição, consumo da água e consequentemente a degradação dos ecossistemas naturais. A economia ecológica (sustentabilidade forte) muda esse paradigma e tenta chegar a um controle do crescimento econômico, impondo limites no crescimento econômico, enquanto a economia ambiental (neoclássica) acha que isso é impossível e que o sistema econômico capitalista até admite as externalidades negativas desde que apoiando-se nas novas tecnologias que vão resolver.

Buscou-se apresentar os dados mais atualizados relacionados ao gerenciamento da cadeia de logística reversa de pós-consumo dos pneumáticos inservíveis e, assim, organizar informações que poderão ser utilizadas na gestão integrada e no gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, servindo inclusive como modelo para outros produtos sujeitos à logística reversa.

O aumento na quantidade de pneus reciclados no Brasil desde a Política Nacional de Resíduos Sólidos vem evoluindo o que demonstra que a responsabilidade compartilhada entre as empresas envolvidas no processo de fabricação e comercialização está sendo levada a sério e que ações relacionadas à consciência ecológica pode ser uma realidade na sociedade. O aumento da fiscalização, por parte das prefeituras municipais e pelos órgãos ambientais, se faz necessário, pois ainda existem muitas empresas que não realizam a destinação correta dos pneus. Assim, muito ainda precisa ser feito para que os números de pneus reciclados continuem a crescer. Ainda é grande o desafio que a RECICLANIP, juntamente com as prefeituras municipais, para melhorar o resultado da reciclagem desse material de forma ambientalmente correta. Faz-se necessária uma maior divulgação e conscientização entre as

empresas distribuidoras e comerciantes de pneus para que mobilizem a criação de pontos de coletas regionalizados, facilitando a destinação desses pneus aos centros de reciclagem.

Outra ação possível e que poderia ser estabelecida pelo Poder Público é o incentivo econômico para as empresas que utilizarem compostos de resíduos dos pneus como matéria-prima de seus produtos. Essa determinação faria com que essas empresas buscassem o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias para o melhor aproveitamento desses resíduos de forma a torná-los indispensáveis na cadeia produtiva.

Apesar de a prefeitura de Aracaju possuir convênio com a RECICLANIP para coleta de pneus inservíveis, a gestão da coleta fica a cargo da SMS, e não da SEMA. Ou seja, existe um claro desvio de função na gestão justificado pela necessidade de controle das doenças de veiculação hídrica. Mesmo com a SMS fazendo um trabalho que não é de sua atribuição, os pneumáticos continuam sendo descartados de forma incorreta. A responsabilidade da coleta, transporte e destinação correta dos pneumáticos é realizada pela SMS, quando deveria ser pela SEMA. Conclui-se que o município de Aracaju enfrenta um problema em relação à logística reversa de pós-consumo dos pneumáticos, pois não apresenta empresas na região para a descaracterização dos pneus e reciclagem dos pneus, que são encaminhados para a Bahia para passar por esse processo, tendo uma grande perda material e um custo alto para a realização desse processo da forma correta.

A gestão ambiental do município de Aracaju não segue a Norma CONAMA 258 e 416, fazendo com que a destinação dos pneus inservíveis enfrente grandes obstáculos. A prefeitura, para minimizar essa problemática, deveria criar medidas e programas para ampliar o ciclo de vida desses pneus por meio da reutilização e reciclagem, o que não ocorre na prática. Pode-se concluir que há no município uma defasagem em relação ao plano de gerenciamento dos pneus inservíveis, pois não é a SEMA quem gerencia a cadeia logística de pneumáticos inservíveis em Aracaju, e sim a SMS.

O gerenciamento, portanto não cumpre o que determina a lei. O município deveria ainda promover campanhas ou projetos para que as empresas realizassem a destinação correta, com propostas de criação de empresas de reciclagem na região para evitar o problema. A reinserção da borracha do pneu como matéria-prima para novos produtos, seja na forma inteira (fornos de cimenteiras) ou triturado (granulado para misturas asfálticas), entre outras utilizações, depende de investimentos dos fabricantes em técnicas de manufatura, pesquisa de materiais, estudo sobre formas de reinserção desse resíduo na cadeia produtiva.

Seria importante o desenvolvimento e avanço de tecnologias de reutilização e reciclagem de pneus em esforço conjunto com empresas, governo e sociedade, pois o processo de reciclagem dos pneus inservíveis depende da escolha de tecnologia ideal, bem como de fatores relacionados a volume de pneus, proximidade de mercado, tipo de consumidores, investimento necessário, além de incentivos fiscais e financeiros.

Ações implementadas em outras localidades que podem ser exemplo para Aracaju na melhoria dos índices são ampliar parcerias voltadas às estruturas de coleta dos pneus inservíveis; informar e sensibilizar o “consumidor consciente”; ampliar a fiscalização com relação à legislação, abrangendo as importadoras de pneumáticos; incorporar a ecoinovação voltada aos resíduos derivados de pneus; adotar práticas de inovação sustentável voltadas à gestão de resíduos derivados de pneus; desenvolver redes entre setores que adotam matéria-prima similar; criar associações e cooperativas voltadas a propagar boas práticas de gestão dos pneus inservíveis; pensar programas de educação ambiental e disseminá-los nas escolas e nas empresas; desenvolver campanhas de divulgação e premiação dos melhores casos de sucesso na gestão de pneus inservíveis e realizar parcerias entre centros e institutos de pesquisa voltados ao desenvolvimento de novas aplicabilidades dos resíduos derivados de pneus.

Também ficou claro que as boas práticas de gestão dos resíduos derivados de pneus podem ser otimizadas. Outro fator interessante são os empregos diretos e indiretos que podem ser gerados pela coleta, armazenagem e transporte dos pneus, sendo assunto sugerido para futuras pesquisas e mensuração.

## REFERÊNCIAS

- ADRIAANSE, A. **Environmental policy performance indicators: A study on the development of indicators environment**. Koninginnegrach, Holanda, 1993. 175 p. Cap. 5.
- AGENDA 21 BRASILEIRA. Ações Prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. **Decreto de 26 de fevereiro de 1997**. Ministério do Meio Ambiente: Brasília. 160 p.
- AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3. ed. 2003.
- ALMEIDA, E. A. P. **Fecundidade, fertilidade e quiescência dos ovos de *Aedes aegypti* linnaeus, 1762 (Diptera: Culicidae) em resposta a variações de temperatura e umidade**. 2005. 73f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2005.
- ANDRADE, H. S. **Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização**. Florianópolis: 2007.
- ANDRADE, Rui de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2002.
- ANDRIETTA, A. J. **Pneus e meio ambiente: um grande problema requer uma grande solução**. 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipneus.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2015.
- ARAUJO, Ana Carolina de et al. Reverse logistics in the e-commerce: a case study. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 2, jun. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104530X2013000200005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2013000200005&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 02 fev. 2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE PNEUMÁTICOS - ANIP. **Produção na Indústria Brasileira e Reciclagem de Pneus**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.anip.com.br>>. Acesso em: 12 jan. 2016.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.
- BALLOU, Ronald. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2012.
- BALLOU; COOPER, M. Bixby. **Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BARBIERI, J. C; DIAS, M. Logística reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis. **Revista Tecnológica**, São Paulo, v.6, n.77, p.58-69, 2002.
- BARBOSA, Gerson Laurindo; HOLCMAN, Márcia Moreira; PEREIRA, Mariza; GOMES, Antonio Henrique Alves; WANDERLEY, Dalva Marli Valério. Indicadores de infestação larvária e influência do porte populacional na transmissão de dengue no estado de São Paulo, Brasil: um estudo ecológico no período de 2007-2008. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 21, n.2, p. 195-204, 2012.

- BARTHOLOMEU, Daniela Bachi; CAIXETA FILHO, José Vicente (Org.). **Sistemas de Logística Reversa**: criando cadeias de suprimento. São Paulo: Atlas, 2011.
- BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mario Miguel. Os recursos naturais e o pensamento econômico. In: XLIV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, SOBER. 2006.
- BAUDIN, Michel Lean. **Logistics**: The nuts na bolts of do leveraging materials and goads. New York: Productivity Press, 2005.
- BECHARA, Erika (org.). **Aspectos Relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei Nº 12.305/2010**. São Paulo: Atlas, 2013.
- BELL, S.; MORSE, S. Delivering sustainability therapy in sustainable development projects. **Journal of Environmental Management**, n. 2, 2005.
- BELLEN, Hans M. V. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Revista Ambiente & Sociedade**, Campinas, n. 1, v.7. jan/jun, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2004000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2004000100005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29 abr. 2008.
- BELLEN, Hans Michael Van. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade**: o que é, o que não é. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.
- BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development**: Theory, Method, Applications: a report to the Balaton Group. Winnipeg: IISD, 1999.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2007.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA, entre julho de 1984 a novembro de 2008**. Brasília: CONAMA, 2008.
- BRASIL. **Lei Federal de Saneamento Básico 11.445 de 05 de janeiro de 2007**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445)>. Acesso em: 04 nov. 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde – FUNASA. **Dengue, instruções para o pessoal de combate ao vetor**: manual de normas técnicas. 3. ed. Brasília, 2001.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. [homepage]. Disponível em: <[http://blackbridge.com/rapideye/upload/RE\\_Product\\_Specifications\\_ENG.pdf](http://blackbridge.com/rapideye/upload/RE_Product_Specifications_ENG.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências**. 30 set. 2009. Publicação DOU Nº 188, de 01/10/2009, p. 64-65. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 21 fev. 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. **Projeto de Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Brasília: Congresso Nacional, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-deres%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 21 fev. 2016.



- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório de Pneumáticos de 2013. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 416/09**. Brasília: IBAMA, 2013. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/174D441A/Apres\\_Relatorio\\_pneumaticos.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/174D441A/Apres_Relatorio_pneumaticos.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2016.
- BRASIL. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Brasília: Comissão Interministerial para a Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CIMA, 1991.
- BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010**. [2010]. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 22 jun. 2015.
- BRASIL. **Resolução nº 416 de 30 de setembro de 2009**. Brasília, DF: CONAMA, 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 08 jun. 2015.
- BRETAS, A. L. **Gerenciamento dos Serviços de Limpeza Pública**. Santo André/SP: ABLP; ABREL, 2002.
- BRÜSEKE, Franz J. O problema do desenvolvimento sustentável. In: **Desenvolvimento e Natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. 2. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1998.
- C.L.M. Council of Logistics Management. **Reuse And Recycling Reverse Logistics Opportunities**. Illinois: Council of Logistics Management, 1993.
- CALÓRIO, M. C. **Análise da sustentabilidade em estabelecimentos agrícolas familiares no Vale do Guaporé/MT**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura Familiar, Faculdade de Agricultura e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 1997.
- CAMARGO, Luis Henrique Ramos de. **A ruptura do meio ambiente**: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- CHAN, F.T.S.; CHAN, H.K.; JAIN, V.A framework of reverse logistic for the automobile industry. **International Journal of Production Research**, London, UK, v.50, n.5, p. 1318-1331, mar. 2012.
- CHAVES, G. L. D. C.; ALCÂNTARA, R. L. C. Logística Reversa: uma análise da evolução do tema através de revisão da literatura. In: XXIX ENEGEP, Salvador, 2009.
- CHAVES, G. L. D.; ASSUNÇÃO, M. R. P. Medidas de desempenho na logística reversa: o caso de uma empresa do setor de bebidas. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES – SIMPOI, 11, 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2008.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999**. [1999]. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=258>>. Acesso em: 25 jun. 2015.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 301, de 21 de março de 2002**. [2002]. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=364>>. Acesso em: 25 jun.

2015.

CORREA, Luiz Henrique. **Administração de Cadeias de Suprimento e Logística: o essencial**. São Paulo: Atlas, 2014.

COSTA, Sandro Luiz da. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: Aspectos Jurídicos e Ambientais**. Aracaju: Evocati, 2011.

COUNCIL OF SUPPLIER CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONAL. **Reverse Logistics Definition**. 2013. Disponível em: <<http://www.cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>. Acesso em: 25 jun. 2015.

DAHER, C. E.; SILVA, E. P.; FONSECA, A. P. Logística reversa: oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor. **Revista Acadêmica Alfa**, v. 1, n. 1, mai./out., 2004. Disponível em: <<http://www.alfa.br/revista/artigoc04.php>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

DE BRITO, M. **Managing reverse logistics or reversing logistics managements?** 2004. Tese (Doutorado) - Erasmus Research Institute of Management, Erasmus University, Rotterdam. 2008.

DEPONTI, C. M.; ALMEIDA, J.; FERREIRA, J. R. de C. Indicadores para Avaliação da Sustentabilidade em Agroecossistemas. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO E EXTENSÃO EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS\_IESA, 5.; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO-SBSP, 5., 2002, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: IESA/SBSP/EPAGRI, 2002. 1 CD-ROM.

DIAS, Marco Aurélio P. **Logística, transporte e infraestrutura: armazenagem, operador logístico, gestão via TI, multimodal**. São Paulo: Atlas: 2012.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DOWLATSHAHI, S. Strategic success factors in enterprise resource-planning design and implementation: a case-study approach. **International Journal of Production Research**, v. 43, n. 18, p.3745–3771, 2005.

DONIER, P. et al. **Logística e operações globais**. São Paulo: Atlas, 2000.

DOUGLAS, C. Clasificación de sistemas de finca en el Caribe Oriental: Conceptos y metodología. In: ESCOBAR, G., BERDEGUÉ, J. (Eds.). **Tipificación de sistemas de producción agrícola**. Santiago de Chile: RIMISP, 1990. p.233-248.

FARIA, Andressa Murta. Análise sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos na cidade de Montes Claros, MG. **Revista Desenvolvimento Social**, n. 20/01, 2017.

FEITOSA, Flavia Regina Sobral. **Indicadores de Sustentabilidade como Subsídio para a Prevenção da Infestação pelo Mosquito Aedes Aegypti no Município de Aracaju-SE**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2016. Disponível em: <<https://bdtd.ufs.br/handle/tede/3001>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

FENKER, Eloy Antonio. **Gestão ambiental: incentivos, riscos e custos**. São Paulo: Atlas, 2015.

FERNANDES, Maria de Fátima; BARBOSA, Marx Prestes. **Aplicações dos Indicadores Socioeconômicos e Ambientais no Modelo DPSIR (Força**

**Motriz/Pressão/Estado/Impacto/Resposta) e Influências na Desertificação nos Municípios de Araripina-PI, Crato e Barbalha-CE e Marcolândia-PI.** Recife, 2011.

Disponível em:

<<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/182/212>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

FERRÃO, Paulo Cadete; FIGUEIREDO, José Miguel. **A ecologia industrial e o automóvel em Portugal.** Portugal: Editora Celta, 2000.

FERRAZ, Susana. **Produção e Consumo.** 2010. Disponível em:

<<http://www.abras.com.br/superhiper/panorama/politica-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 15 out. 2016.

FILHO, L. S. N. R. **A Logística Reversa de Pneus Inservíveis: o problema da localização dos pontos de coleta.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.

FILHO, L. S. N. R. **A logística reversa dos pneus inservíveis.** v. XII, n. 2, 2008.

Disponível em: <<http://revistafocoadm.org/index.php/foco/article/view/375>>. Acesso em: 23 jun. 2013.

FLEISCHMANN, M.; BLOEMHOF-RUWAARD, J.M.; DEKKER, R.; VAN NUNEN, J.; VAN WASSENHOVE, L. N. Quantitative models for reverse logistics: A review. **European Journal of Operational Research**, v. 103, n. 1, p.1-17, 1997.

FLEURY, Paulo F.; WANKE Peter; FIGUEIREDO Kleber F. **Logística Empresarial.** São Paulo: Atlas, 2000.

FLORIANI, Marco Antonio; FURLANETTO, Vinicius Cadore; SEHNEM, Simone. **Revista de Gestão de Tecnologia Navus**, Florianópolis/SC, v.6, n.2, p. 37-51, abr./jun. 2016.

FONTES, José Helder Monteiro. **Administração Logística e Patrimonial I.** Aracaju: UNIT, 2012.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável.** 2. ed. Annablume: Fapesp, 2008.

FRANCISCHINI, Paulino G.; GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração de Materiais e do Patrimônio.** São Paulo: Thompson, 2002.

FULLER, Donald A.; ALLEN, Jeff. Reverse channel systems. In: POLONSKY, Michael J. et al. (ed.). **Environmental marketing: strategies practice, theory and research.** New York: Haworth Press, 1995.

GADOTTI, Moacir. Educar para a sustentabilidade. **Inclusão Social**, v. 3, n. 1, p. 75-78.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. [Homepage]. Disponível em:

<<http://www.globalreporting.org>>. Acesso em: 09 mai. 2005.

GOMES, Laura Jane; CARMO, Maristela Simões; SANTOS, Rosely Ferreira. Conflitos de interesse em unidades de conservação do município de Parati, estado do Rio de Janeiro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.6, 2004.

GOTO, A. K.; SOUZA, M. T. S. A Contribuição da Logística Reversa na Gestão de Resíduos Sólidos: uma Análise dos Canais Reversos de Pneumáticos. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 35., 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.

GOTO, A. K.; SOUZA, M. T. S. Contribuição da Logística Reversa na Gestão de Resíduos Sólidos: uma Análise dos Canais Reversos de Pneumáticos. IN: XXXI ENANPAD, 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2008. CD-ROM.

GRI - GLOBAL REPORTING INIATIVE. Diretrizes para relatório de sustentabilidade. 2006. Disponível em <[http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/4855C490-A872-4934-9E0B-8C2502622576/2725/G3\\_POBR\\_RG\\_Final\\_with\\_cover.pdf](http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/4855C490-A872-4934-9E0B-8C2502622576/2725/G3_POBR_RG_Final_with_cover.pdf)> Acesso em: 19 out. 2016.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E. et al. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.** Washington: WRI, 1995. 53p.

HENKELS, Carolina. **A identificação de aspectos e impactos ambientais:** proposta de um método de aplicação. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

HOLANDA, Francisco Sandro Rodrigues de; GOMES, Laura, Jane. **Indicadores de Sustentabilidade.** São Cristóvão: Ed. UFS, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil, 2004. **Estudos e Pesquisas, Informação Geográfica**, n. 4. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS (IBAMA). Relatório pneumático 2013. 2013. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/.../4?...9649%3Arelatoriopneumaticos-2013>>. Acesso em: 08 jul. 2015.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (IUCN). **The World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development.** Gland. Switzerland: IUCN-UNEP-WWF, 1980.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico sobre Catadores de Resíduos Sólidos.** Brasília: IPEA, 2012.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Situação Social das Catadoras e Catadores de Material Reciclável e Reutilizável:** Região Nordeste. Brasília: IPEA, 2013.

JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Souza. **Gestão ambiental nas organizações: fundamentos e tendências.** São Paulo: Atlas, 2015.

JACOBI, Pedro Roberto; TRISTÃO, Martha; FRANCO, Maria Isabel Gonçalves Correia. A função social da educação ambiental nas práticas colaborativas: participação e engajamento. **Caderno Cepes**, Campinas, v.29, n.77, p.63-69, 2009.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de Marketing.** 12. ed. São

Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

KRAEMER, M. E. P. Contabilidade ambiental como sistema de informações. **Revista Pensar Contábil do Conselho Regional de Contabilidade do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, ano 3, n. 09, p.19-26, ago/out.2000. Disponível em: <<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/>>. Acesso em: 24 out 2012.

KRIKKE, H. **Recovery Strategies and Reverse Logistics Network Design**. Holanda: BETA – Institute for Business Engineering and Technology Application, 1998.

KWEITEL, Juana; SANCHEZ, Michelle Ratton. Participação da sociedade civil: comércio, saúde e meio ambiente na OMC. Comunidades Europeias vs. Brasil: o caso dos pneus. **Cadernos Direito GV**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 1-42, mai., 2007.

LACERDA, L. **Logística Reversa** - uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. 2002. Disponível em: <<http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fr-rev.htm>>. Acesso em: 07 abr. 2002.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Reciclagem de pneus: discussão do impacto da política brasileira. **Engvista**, v. 11, n. 1. p. 32-49, 2009.

LEFF, Enrique. **Discursos Sustentáveis**. São Paulo: Cortez Editora, 2010.

LEFF, Enrique. **Ecologia, Capital e Cultura**: a territorialização da racionalidade ambiental. Editora Vozes: Petrópolis/RJ, 2009.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental, Sustentabilidade Racional, Complexidade, Poder**. 6. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

LEITE, Danielle Thaís Barros de Souza; RIBEIRO, Adauto de Souza; FACCIONI, Gregório Guirrada; SILVA, Maria do Socorro Ferreira. A importância da educação ambiental na logística reversa de pneus inservíveis. **Revista Educação Ambiental**, 2017. Disponível em: < <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2708>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LEITE, José Rubens Morato (org.); BELCHIOR, Germana Parente Neiva (org.) et al. **Resíduos Sólidos e Políticas Públicas**: Diálogos entre Universidade, Poder Público e Empresa. Florianópolis: Insular, 2014. 299 p.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LEITE, P. R.; BRITO, E. Logística reversa de produtos não consumidos: uma descrição das práticas das empresas atuando no Brasil. In: CONGRESSO SIMPOI, 2003, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2003.

LIMA, L. M.; CAIXETA FILHO, J. V. Conceitos e Práticas de Logística Reversa. **Revista Tecnológica**, mai., 2001.

LIMA, Liana Maria Taborda. A emblemática questão da importação dos pneus usados. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande do Sul, n. 55, jul. 2008. Disponível em: <[http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artig](http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artig)



o\_id=3053>. Acesso em: 20 jan. 2015.

LIMA, Patrícia V. P. S. & RODRIGUES, Maria I. V. As políticas públicas e a sustentabilidade dos assentamentos de reforma agrária. In: **Reforma Agrária em processo**: quatro estudos empíricos, Concurso Josué de Castro. São Paulo: MDA; NEAD; ANPOCS, 2007.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos**: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MALHEIROS, Tadeu F.; PHILIPPI Jr., Arlindo & COUTINHO, Sônia M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 7-20. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v17n1/02.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTIOLI, L.M. et al. **Plano de gerenciamento integrado de resíduos pneumáticos – PGIRPN**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente; Fundação Israel Pinheiro, 2009. 44p.

MEADOWS, Donella. **Indicators and information systems for sustainable development**. Canadá: The Sustainability Institute, 1998.

MENDONÇA, Jane Corrêa Alves; VASCONCELOS, Priscila Elise Alves; NOBRE, Luan Batista Oliveira; CASAROTTO, Eduardo Luis; MOROZINI, João Francisco (Ed.). Logística reversa no Brasil: um estudo sobre o mecanismo ambiental, a responsabilidade social corporativa e as legislações pertinentes. **Revista Capital Científico**, vol. 15, n.2, abr./jun. 2017.

MENÊSES, Amanda Aalcântara. **Determinação do Índice de Sustentabilidade da Comunidade Mem de Sá – Itaporanga D’ajuda-Se com base em Indicadores das dimensões ambiental, econômica e social**. Dissertação (Mestrado) - PRODEMA/UFS. São Cristóvão, 2017.

MERCADO LIVRE. **Cotação de Preço**. Disponível em: <[http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-693344211-granulo-de-borracha-grama-sintetica-raspa-atacado-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-693344211-granulo-de-borracha-grama-sintetica-raspa-atacado-_JM)>. Acesso em: 15 fev. 2016.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Saúde e Ambiente: uma relação necessária. In: MINAYO, Maria Cecília Souza; CAMPOS, Gastão Wagner Souza; AKERMAN, Marco; JÚNIOR, Marcos Drunond; CARVALHO, Yara Maria (org). **Tratado de Saúde Coletiva**. São Paulo: Hucitec, 2009. 122p.

MINAYO, M.C.S. O Desafio da Pesquisa Social. In: **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 26. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- MMA. **Instrução Normativa N° 2, de 27 de Março de 2012**.

MIRANDA, A. B. de; TEIXEIRA, B. A. do N. Indicadores para o Monitoramento da Sustentabilidade em Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. **Eng. Sanit. Amb.**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522004000400002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522004000400002&script=sci_arttext)>. Acesso em: 21 fev. 2016.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cidades Sustentáveis**: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira. Brasília: IBAM – ISER – REDEH, 2000a.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ciência & Tecnologia para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis; Consórcio CDS/UnB/Abipti, 2000b.

MOLDAN, B.; JANOUAKOVÁ, S.; HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 4-13, 2012.

MOREIRA, I. D. V. Avaliação de Impacto Ambiental – Instrumento de Gestão. **Cadernos FUNDAP**, São Paulo, n.9, v.16, p. 54-63, 1989.

MOROSINI, Fabio. A guerra dos pneus. **Casoteca Latino-Americana de Direito e Política Pública**, 2006. Disponível em: < [http://www.faap.br/faap\\_juris/pdf/NarrativaFinal12-1.09.06-AGuerradosPneus.pdf](http://www.faap.br/faap_juris/pdf/NarrativaFinal12-1.09.06-AGuerradosPneus.pdf) >. Acesso em: 21 fev. 2016.

MOTTA, Flávia Gutierrez. A cadeia de destinação dos pneus inservíveis – o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 167-184, jan-jun. 2008.

MYERS, M. D. **Qualitative research in information systems**. MIS Quarterly, 1997.

NARDO, Michela et al. **Handbook on constructing composite indicators** – Methodology and user guide. Italy: OECD, 2005.

NOHARA, J. J. et. al. GS-40 – Resíduos sólidos: passivo ambiental. **THESIS**, São Paulo, ano I, v.3, p. 21-57, jul./dez., 2005.

NOVAIS, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da distribuição**. 3. ed. São Paulo: Campos, 2007.

OCDE - ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO. **Rumo a um desenvolvimento sustentável**: indicadores ambientais. Tradução Ana Maria Teles. Salvador, **Série Cadernos de referência ambiental**, v.9, 244, 2002. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/27/45/2345364.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

OLIVEIRA, Ivana Silva Sobral; GOMES, Laura Jane; HOLANDA, Francisco Sandro Rodrigues. Indicadores para o Planejamento de Uso Sustentável do Parque Nacional Serra de Itabaiana no Estado de Sergipe. **Revista EISFORIA**, v. 5, n. 1, 2007.

OLIVEIRA, Thais Brito de; JUNIOR, Alceu de Castro Galvão. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva Municipal. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.21, n.1, p.55-64, jan/mar 2016.

OMAR, Daniel, et al. **Alternativa a um método para determinação de um índice de sustentabilidade**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 25, n. 4, p. 455-462, 2001.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Indicators of sustainable development – Guidelines and methodologies**. 3. ed. New York: United Nations Publication, 2007.

ONU. Indicadores sociais: diretrizes preliminares y séries ilustrativas. **Informes Estadísticos**, Nueva York, série M, n. 63, 1977.

PARRA, C.V. et al. Reutilização e reciclagem de pneus, e os problemas causados por sua destinação incorreta. In: XIV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E X ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO –

Universidade do Vale do Paraíba, 2010, *Anais...* São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2010.

PHILIPPI Jr., A.; MALHEIROS, T.F.; AGUIAR, A.O. Indicadores de desenvolvimento sustentável. In: PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente**. Barueri: Manole, 2005. p. 761-808.

PHILIPPI, Arlindo Jr.; PELICIONI, Maria Cecília Focesi. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. Barueri, SP: Manole, 2005.

PHILIPPI, Arlindo Jr.; ROMERO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collef (eds.). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manoele, 2004.

PIGNATTI, M. G. Saúde e Ambiente: as doenças emergentes no Brasil. **Rev. Ambiente & Sociedade**, v.7, n.1, Campinas, jan./jun. 2004.

QUINTAS, José Silva. Educação no processo de gestão ambiental: uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. In: LAYRARGUES, P. P. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério da Educação - MMA, 2004.

RAZZOLINI FILHO, E.; BERTÉ, R. O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil. Curitiba: Ibplex, 2009.

RECICLANIP. **Apresenta texto sobre a Reciclanip**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.reciclanip.org.br/v3/>>. Acesso em: 14 set. 2014.

RECICLANIP. Disponível em: <<http://www.reciclanip.org.br/v3/>>. Acesso em: 02 mai. 2016.

RECICLANIP. **Informações da destinação de pneus inservíveis**. 2015. Disponível em: <<https://www.reciclanip.org.br/v3/>>. Acesso em: 8 jul. 2015.

RESENDE, E. **Canal de Distribuição Reverso na Reciclagem de Pneus**: Estudo de Caso. 2004. Disponível em: <[http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/031\\_eduardo.pdf](http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/031_eduardo.pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2015.

RIBEIRO, Cléa Maria da Cunha. **Gerenciamento de pneus inservíveis**: coleta e destinação final. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Senac, São Paulo. 2005.

RLEC – REVERSE LOGISTICS EXECUTIVE COUNCIL, 2004. Disponível em: <[www.rlec.org/index.html](http://www.rlec.org/index.html)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

RODRIGUES, C. M.; HENKES, J. A. Reciclagem de pneus: atitude ambiental aliada à estratégia econômica. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, SC, v. 4, n. 1, p. 448-473, abr./set. 2015.

RODRIGUES, Maria I. V. **A propensão à desertificação no estado do Ceará**: análise dos aspectos agropecuários, econômicos, sociais e naturais. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, 2006.

RODRÍGUEZ et. al. A logística reversa utilizada no gerenciamento da cadeia de suprimentos como instrumento de vantagem competitiva. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v.7, 642-656, 2012.

ROGERS, D. S. An examination of reverse logistics practices. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p.129-148, 2001.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards**: reverse logistics trends and practices. Reverse Logistics Executive Council. University of Nevada, Reno: Center for



- Logistics Management, 1998. Disponível em: <<http://www.rlec.org/reverse.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2009.
- SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.
- SACHS, Ignacy. **Rumo à Ecosocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. São Paulo: Corte, 2007.
- SACHS, I. Estratégias para o século XXI. In: BURSZTYN, Marcel (org.) **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993.
- SANCHÉZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- SANDRONI, Mariana; PACHECO, Elen B. A. V. **O Destino dos Pneus Inservíveis**. 2005. Disponível em: <<http://www.niead.ufrrj.br/artigoelen.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2015.
- SANTIAGO, Leila Santos; DIAS, Sandra Maria Furiam. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 203-212, jun. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522012000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522012000200010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 set. 2017.
- SANTOS, L. A. A.; BOTINHA, R. A.; LEAL, E. A. A. Contribuição da Logística Reversa de Pneumáticos para a Sustentabilidade Ambiental. In: VII CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 2015. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/race/article/view/1709>>. Acesso em: 23 jun. 2015.
- SANTOS, Luciana de Almeida Araújo; BOTINHA, Reiner Alves; LEAL, Edvalda Araújo. **A Contribuição da Logística Reversa de Pneumáticos para a Sustentabilidade Ambiental**. Disponível em: <[http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm\\_1153.pdf](http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_1153.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SCANDER NETO, Wadih J. **Síntese que organiza o olhar: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses**. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro. 2006.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE ARACAJU-SE. 2016. Disponível em: <<http://www.aracaju.se.gov.br/saude/>>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- SHIELDS, D.; SOLAR, S.; MARTIN, W. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. **Ecological Indicator**, v. 2, n. 1-2, p. 149-160, nov. 2002.
- SICHE, J. R. et al. Índices versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. X, n. 2, p. 137-148, jul./dez. 2007.
- SILVA, H. H; SILVA, I.G. Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.32, n.4, p.349-355, jul./ago. 1999.
- SOARES, A.; ABREU, M. C. S.; ANTONIO, L. de Q.; SILVA FILHO, J. C. L. da. Revisando a estruturação do Modelo DPSIR como base para um Sistema de Apoio à Decisão

para a Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas. In: XV SIMPEP – SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008. *Anais...*

SOBRAL, Ivana Silva; ALMEIDA, José Antônio Pacheco; GOMES, Laura Jane.

**Indicadores de sustentabilidade e ecologia da paisagem:** planejamento e gestão ambiental em assentamentos de reforma agrária. EUA: Novas Edições Acadêmicas, 2012.

SOBRAL, Ivana Silva; MENDES, Gicélia. Cartografia das implicações ambientais da produção de petróleo onshore no município de Carmópolis, Sergipe, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia** [on-line], Goiânia, v. 35, n. 3, p. 437-451, set./dez. 2015.

SOUZA, Danielle Thais Barros de. **Seleção de indicadores para gestão sustentável da olericultura em Itabaiana/SE.** 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – PRODEMA, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2008. Disponível em: < [http://www.livrosgratis.com.br/arquivos\\_livros/cp068163.pdf](http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp068163.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2016.

SOUZA, Renata Tatiana. **Análise da logística reversa de pneus usados e inservíveis e seus impactos ambientais quando descartados inadequadamente.** Monografia - Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo. 2009.

SPECHT, L. P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus.** Tese (Doutorado) – PPGE/UFRGS, Porto Alegre. 2004.

SPREAFICO, P. I. et al. Diagnóstico da Logística Reversa de Pneus Inservíveis na Região Norte do Ceará. In: III CONGRESSO NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS – ADCONT, 2012. Disponível em: <<http://adcont.net/index.php/adcont/adcont2012/paper/viewFile/753/176>> . Acesso em: 23 jun 2013.

STOCK, J; SPEH, T; SHEAR, H. Many happy (product) returns. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 7, p.16-18, 2002.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Indicadores de sustentabilidade ambiental.** Salvador: SEI, 2006. 83p. il. (Série estudos e pesquisas, 75).

**Sustentável.** 2. ed. Annablume: Fapesp, 2008.

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão socioambiental:** estratégias na nova era da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier: 2008.

TADEU, H. F. B.; SILVA, J. T. M; BOECHAT, C. B.; CAMPOS, P. M. S.; PEREIRA, A. L. **Logística reversa e sustentabilidade.** São Paulo: Cengage Learning, 2014.

TAYRA, Flávio; RIBEIRO, Helena. Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 84-95, 2006.

TEPPRASIT, Punyapon; YUVANONT, Prangtip. The Impact of Logistics Management on Reverse Logistics In Thailand's Electronics Industry. **International Journal of Business and Information**, Taipei, v. 10, n. 2, p. 257-271, 2015.

THEYEL, G. Management practices for environmental innovation and performance. **International Journal of Operations & Production Management**, Bingley, UK, v. 20, n. 2, p. 249-266, 2000.

TORRES, O.A.D. Tipificación de fincas en la comarca de San Gil, Colombia, com base en una encuesta dinamica. In: ESCOBAR, G., BERDEGUÉ, J. **Tipificación de sistemas de producción agrícola**. Santiago de Chile: RIMISP, 1990. p.201-219.

TRIVINOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciência**. São Paulo: Atlas, 2009.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME INDUSTRY AND ENVIRONMENT. Voluntary Initiative for Responsible Entrepreneurship: a question and answer guide. **Industry and Environment**, v. 21, n. 1-2, p.4-9. jan./jun. 1998.

VALLE, Rogério. **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014.

VAN BELLEN, Hans Michael. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 67-87, jun. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2004000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2004000100005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 jun. 2016.

VEIGA, José E. da. **Desenvolvimento sustentável – o desafio do século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

VIOTTI, Marcela Aguiar Portugal; ARAUJO, Joice Andrade de; OLIVEIRA, Fernanda Augusta de. Avaliação do sistema de gerenciamento de pneus do município de Volta Redonda. **CADERNOS UniFOA**, n.33, abr. 2017. Disponível em: <<http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/444/1149>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

WINOGRAD, M. Marco. **Conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones em Latinoamérica y el Caribe**. Cali: CIAT, 2005. 50p.

WOLFF, Pascal. **EU Member State experiences with sustainable development indicators**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

ZEIDLER J. D; ACOSTA P.O.A; BARRÊTO P.P; CORDEIRO J.S. **Vírus dengue em larvas de *Aedes aegypti* e sua dinâmica de infestação**. Roraima, 2009.

## **APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA ENVIADO PARA A SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE**

### **INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/ SE**

1. Como ocorre essa coleta de pneus inservíveis em Aracaju?
2. Quem é responsável por essa coleta?
3. Qual é a frequência com que ocorre a coleta de pneus inservíveis em Aracaju?
4. Em quais bairros acontece a coleta?
5. Qual é o custo dessa coleta para o município?
6. Qual é a quantidade de pneus coletados mensalmente?
7. Qual é o número absoluto de pneus coletados em Aracaju de 2007 a 2014?
8. Para onde esses pneus inservíveis são enviados?
9. Existem acordos de cooperação com associações e fabricantes de pneus?
10. O município tem lucro com o processo de coleta de pneus inservíveis?
11. Quantos ecopontos possuem em Aracaju?
12. Qual é o quantitativo de casos registrados relacionando doenças ao descarte indevido de pneus inservíveis?
13. Como são as ações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente relacionadas a essa questão? Existe alguma parceria?
14. A Secretaria Estadual de Meio Ambiente está alinhada com a Secretaria Municipal de Saúde?

**APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA ENVIADO PARA A EMSURB –  
EMPRESA MUNICIPAL DE SERVIÇOS URBANOS**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO  
DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO  
MUNICÍPIO DE ARACAJU/ SE**

1. Como acontece a coleta de pneus inservíveis pela EMSURB?
2. A coleta acontece em todos os bairros de Aracaju?
3. Qual é a frequência em que ocorre a coleta de pneus no bairros de Aracaju?
4. Qual é o custo da coleta para o município?
5. Onde ficam armazenados os pneus inservíveis recolhidos pela EMSURB?
6. Qual é o endereço do galpão?
7. Qual é a capacidade de armazenagem?
8. Quantos pneus ou kg de pneus ele comporta por metro quadrado?
9. Qual é o custo de manutenção do armazém?
10. Esses pneus são vendidos ou doados pela prefeitura?
11. Quem paga pela entrega dos pneus ao reciclador?
12. Qual é o custo com essa logística?
13. Quanto custa cada carreta que leva os pneus?
14. O reciclador paga por esse transporte?
15. A prefeitura paga pelo transporte dos pneus até o reciclador?
16. Qual é o papel da Reciclanip?
17. Para onde os pneus são levados atualmente?
18. Quem paga pelo armazém?
19. Como acontece o processo de retirada dos pneus do galpão?
20. Qual é a frequência em que ocorre a retirada dos pneus do galpão?
21. De onde são as carretas que fazem a retirada dos pneus?
22. Para onde são enviados os pneus?
23. A prefeitura possui algum custo com o transporte ou com a operação de retirada?
24. Quem coordena essa operação?

## **APÊNDICE C - ROTEIRO DA ENTREVISTA ENVIADO PARA A VIGILÂNCIA SANITÁRIA DE ARACAJU**

### **INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU (SE)**

1. Quantos casos de doenças de veiculação hídrica foram registrados em Aracaju em 2016?
2. Quantos casos de doenças de veiculação hídrica foram registrados em Aracaju em cada mês de 2016?
3. É possível ter acesso à quantidade de casos discriminados por doença?
4. É possível fazer uma média mensal desses casos?
5. Você acredita que os casos de doenças hídricas estão associados ao descarte indevido de pneus inservíveis?
6. É sabido que a SMS cuida do recolhimento desses pneus. Seria possível ter acesso ao custo da coleta pelo Município?

**APÊNDICE D – OFÍCIO / EMSURB**

Aracaju, 23 de março de 2016.

Prezado Presidente da EMSURB Senhor João Paulo Sobral,

Meu nome é Danielle Thaís Barros de Souza Leite (RG 1327138 SSP/SE). Sou aluna de Doutorado na UFS e docente/coordenadora do curso de Administração EAD na Universidade Tiradentes.

Venho, por meio deste, solicitar ao senhor, representante da EMSURB, números referentes a pneus coletados nos últimos anos. Esses dados são fundamentais para a construção de minha Tese de Doutorado (Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe). Também necessito conhecer o ponto de coleta da Reciclanip aqui em Aracaju, com o endereço e telefone, além de visitar e fotografar.

O título de minha tese é **SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE** e tem como objetivo analisar a sustentabilidade das práticas de gerenciamento na logística reversa de pneus automotivos no estado de Sergipe. Para tanto, gostaria de contar com o senhor para ter acesso a dados (quanto mais, melhor) e procedimentos ligados ao processo de retorno dos pneus em Aracaju, assim como todo e qualquer contato que o senhor possa me passar no sentido de auxiliar na pesquisa. Seria interessante uma entrevista com o senhor.

Desde já fico muito grata em poder contar com sua gestão na produção de ciência.

Atenciosamente,

M.Sc. Danielle Thaís Barros de Souza Leite

**APÊNDICE E – OFÍCIO / SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE**

Aracaju, 23 de março de 2016.

Prezado Secretário Municipal de Saúde Luciano Paes Xavier,

Meu nome é Danielle Thaís Barros de Souza (RG 1327138 SSP/SE). Sou aluna de Doutorado na UFS e docente/coordenadora do curso de Administração EAD na Universidade Tiradentes.

Venho, por meio deste, solicitar ao senhor, representante da Secretaria Municipal de Saúde, números referentes a pneus coletados nos últimos anos. Esses dados são fundamentais para a construção de minha Tese de Doutorado (Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe).

O título de minha tese é **SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE** e tem como objetivo analisar a sustentabilidade das práticas de gerenciamento na logística reversa de pneus automotivos no estado de Sergipe. Para tanto, gostaria de contar com o senhor para ter acesso a dados (quanto mais, melhor) e procedimentos ligados ao processo de retorno dos pneus em Aracaju, assim como todo e qualquer contato que o senhor possa me passar no sentido de auxiliar na pesquisa.

Desde já fico muito grata em poder contar com sua gestão na produção de ciência.

Atenciosamente,

M.Sc. Danielle Thaís Barros de Souza Leite



**APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**

Eu, \_\_\_\_\_, RG  
n° \_\_\_\_\_, residente na \_\_\_\_\_,  
n° \_\_\_\_\_, bairro \_\_\_\_\_, na cidade de \_\_\_\_\_, declaro que  
fui convidado (a) participar da pesquisa citada e estou consciente das condições sob as  
quais me submeterei, estando detalhadas abaixo:

Esta é uma pesquisa que tem como tema: **INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE.** Foi elaborada pela pesquisadora Danielle Thaís Barros de Souza Leite, doutoranda do Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, da Universidade Federal de Sergipe-SE, sob a orientação do Prof. Dr. Adauto Souza Ribeiro. Este estudo objetiva analisar a sustentabilidade ambiental, social e econômica da logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju (SE), visando subsidiar o gerenciamento de pneus inservíveis. Seus objetivos específicos são: caracterizar a cadeia de logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE); selecionar e propor indicadores ambientais; mensurar e avaliar indicadores ambientais. Será realizada a caracterização da cadeia produtiva de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE) e construída uma matriz de Indicadores de Sustentabilidade com base no método DPSIR. Serão mensurados indicadores de sustentabilidade e elaborada uma escala voltada à criação de um índice de sustentabilidade. Será realizada a avaliação dos indicadores voltados ao gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis.

O estudo é relevante, uma vez que, a partir dos resultados obtidos, espera-se obter como resultado analisar, por meio da seleção e mensuração de indicadores ambientais, as práticas de gerenciamento na logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis no município de Aracaju (SE). Dessa forma, visa-se contribuir com o gerenciamento e destinação final de pneus na cadeia logística reversa de pós-consumo, contribuindo com futuras pesquisas. Busca-se apresentar os dados mais atualizados relacionados ao gerenciamento da cadeia de logística reversa dos pneumáticos inservíveis e assim organizar informações que poderão ser utilizadas na gestão integrada e no gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, servindo inclusive como modelo para outros produtos sujeitos à logística reversa.

As entrevistas serão realizadas com base em roteiros pré-estabelecidos via endereço eletrônico. Todos os participantes não terão qualquer gasto ou compensação financeira e não serão utilizadas informações em seu prejuízo, respeitando assim a sua integridade física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural e espiritual. A entrevista se realizará via endereço eletrônico, garantindo o sigilo e a confidencialidade da conversa, caso haja, durante e após sua realização, como também a não identificação de sua pessoa.

Afirmamos que, em qualquer momento, você como entrevistado poderá pedir todos os esclarecimentos sobre a pesquisa, assim como sobre todos os procedimentos utilizados pela pesquisadora. Esta pesquisa deverá ser divulgada apenas em eventos de cunho científico como congressos, simpósios, seminários e publicações em periódicos, revistas científicas, livros, artigos, entre outros. Após ter sido informado sobre a pesquisa, caso concorde em participar, por livre vontade deverá assinar juntamente conosco este consentimento em duas vias, ficando com uma cópia.

Aracaju, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016

**Pesquisadora: Danielle Thaís Barros de Souza Leite**

\_\_\_\_\_  
**Fone: 79- 9.9131-2900**

**Entrevistado:** \_\_\_\_\_

### **Construção de Matriz de Indicadores de Sustentabilidade com base no método DPSIR**

Para construção da matriz de indicadores de sustentabilidade com base no método Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (DPSIR), se fez necessário selecionar os indicadores ambientais, econômicos e sociais com base em políticas públicas relacionadas à logística reversa e à Política Nacional de Resíduos Sólidos, consulta às Resoluções CONAMA e aos órgãos ambientais responsáveis pelo controle do descarte de pneus inservíveis, bem como identificar os organismos que atuam junto ao tema, uma vez que o ciclo de vida do pneu não se encerra. Foram consultados segmentos organizados referentes ao setor, a exemplo da Associação Nacional das Empresas de Reciclagem de Pneus e Artefatos de Borrachas (AREBOP) e a Associação Nacional de Pneumáticos (ANIP).

Assim, no presente estudo, a seleção de indicadores ocorreu por meio do método Força Motriz–Pressão–Situação–Impacto–Resposta (DPSIR), com base nas informações coletadas sobre o processo reverso de logística e embasou a elaboração de uma matriz de categorias (dados qualitativos) e dimensões (dados quantitativos): *Driving Forces* (forças motrizes ou forças motoras); *Pressures* (pressões); *States* (estados); *Impacts* (impactos); *Responses* (respostas).

Vale ressaltar a necessidade de entender como a degradação dos recursos pode causar impacto sobre o sistema social. Os autores ainda afirmam que um indicador de pressão deve sinalizar a fragilidade ou força na relação entre o ambiente natural, a economia e a sociedade.

Para Soares et al. (2008), como modelo de avaliação integrada, a metodologia proposta se baseia na elaboração de cinco grupos de indicadores (WINOGRAD, 1996):

- **Força motriz:** quando as atividades humanas exercem pressão no ambiente.
- **Pressão:** observa as causas dos problemas ambientais.
- **Estado:** está relacionado com o estado do meio ambiente em função da ação antrópica.
- **Impacto:** observa o impacto da ação antrópica sobre o meio ambiente e vice-versa.
- **Resposta:** refere-se às respostas da sociedade para melhorar o meio ambiente.
- **Prospectivo:** são as ações necessárias para reverter os impactos e alcançar a sustentabilidade no sistema (políticas públicas, fiscalização, educação).

O estudo selecionou os indicadores de sustentabilidade voltados à análise da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis na capital do estado de Sergipe. Os indicadores selecionados com base em referenciais bibliográficos e dados já coletados estão diretamente relacionados com os descritores conforme quadro H.1. No quadro estão apresentados os indicadores organizados de acordo com a Matriz DPSIR (Força Motriz; Pressão, Estado, Impacto e Resposta) e selecionados de acordo com as dimensões ambiental, econômica e social (WINOGRAD, 1996).

A matriz DPSIR é uma ferramenta que contribui para a identificação e o monitoramento das mudanças que podem ocorrer na realidade em estudo em função da

ação antrópica. Os indicadores selecionados com base nessas observações estão diretamente relacionados com os descritores que compõem esse sistema.

Quadro F.1 - Matriz de Dimensões - Descritores - Indicadores de qualidade ambiental, econômica e social na Matriz Preliminar DPSIR - Critérios/Fontes de Dados.

Dimensões	Descritores	Indicadores	DPSIR	Critérios/Fonte de Dados
Ambiental	3. Geração de resíduo 4. Limpeza pública	1.1. Pneus inservíveis (nº/mês) 1.2. Pontos viciados de descarte inadequado (nº) 2.1 Coleta periódica (dias/mês) 2.2 Pontos de Coleta Específicos (nº)	1.1. FORÇA MOTRIZ 1.2. PRESSÃO 2.1. RESPOSTA 2.2. RESPOSTA	Adaptado de SANTIAGO e DIAS (2012) RECICLANIP (2014) 2010 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 18 DE MARÇO DE 2010. SEI (2006)
Econômica	3. Reciclagem 4. Retorno financeiro para o município	1.1. Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$) 2.1. Custo da logística de transporte (R\$) 2.2. Valor agregado do pneu inservível (R\$)	1.1 RESPOSTA 2.1. PROSPECTIVO 2.2. PROSPECTIVO	Adaptado de SANTIAGO e DIAS (2012) RECICLANIP (2014) 2010 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 18 DE MARÇO DE 2010. SEI (2006)
Social	3. Doenças endêmicas 4. Empregos	1.1. Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab) 2.1. Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	1.1. IMPACTO 2.1. RESPOSTA	Adaptado de SANTIAGO e DIAS (2012) RECICLANIP (2014) 2010 - INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 18 DE MARÇO DE 2010. SEI (2006)

Fonte: adaptado de Souza (2008, p. 80).

10. **Pneus inservíveis (nº/mês):** quantidade de pneus que não podem mais ser utilizados em automóveis e são coletados por mês.
11. **Pontos viciados de descarte inadequado (nº):** quantidade de locais que recebem resíduo inapropriadamente no município.
12. **Coleta periódica (dias/semana):** quantidade de locais apropriados e disponíveis para receber pneus inservíveis.
13. **Pontos de Coleta Específicos (nº):** quantidade de locais que recebem somente pneus inservíveis.
14. **Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$):** valor pago pelo reciclador pelos pneus inservíveis.
15. **Custo da logística de transporte/coleta (R\$):** valor pago pelo município pela logística de transporte da matéria-prima (pneu).
16. **Valor agregado (R\$):** valor cobrado pela empresa de reciclagem pelo pneu triturado/matéria-prima.

**17. Doenças de veiculação hídrica (nº/hab):** casos registrados de dengue, malária, chikungunha, zika, por ano, nos órgãos competentes.

**18. Empregos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/hab):** empregos diretos gerados pela coleta de pneus inservíveis.

1. O senhor (a) concorda com o Quadro 3 - Matriz de Dimensões - Descritores - Indicadores de qualidade ambiental, econômica e social na Matriz Preliminar DPSIR - Critérios/Fontes de Dados sem propor alterações? Caso concorde sem propor alterações, não é necessário responder à 2ª questão.

(        ) Sim

(        ) Não

2. O senhor (a) concorda com o Quadro 3 - Matriz de Dimensões - Descritores - Indicadores de qualidade ambiental, econômica e social na Matriz Preliminar DPSIR - Critérios/Fontes de Dados propondo alterações?

(        ) Sim

(        ) Não

Quais são as alterações?

**APÊNDICE G - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**

Eu, \_\_\_\_\_, RG  
n° \_\_\_\_\_, residente na \_\_\_\_\_,  
n° \_\_\_\_\_, bairro \_\_\_\_\_, na cidade de \_\_\_\_\_, declaro que  
fui convidado (a) participar da pesquisa citada e estou consciente das condições sob as  
quais me submeterei, estando detalhadas abaixo:

Esta é uma pesquisa que tem como tema: **INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE.** Foi elaborada pela pesquisadora Danielle Thaís Barros de Souza Leite, doutoranda do Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, da Universidade Federal de Sergipe-SE, sob a orientação do Prof. Dr. Adauto Souza Ribeiro. Este estudo objetiva analisar a sustentabilidade ambiental, social e econômica da logística reversa de pneus inservíveis em Aracaju (SE), visando subsidiar o gerenciamento de pneus inservíveis. Seus objetivos específicos são: caracterizar a cadeia de logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE); selecionar e propor indicadores ambientais; mensurar e avaliar indicadores ambientais. Será realizada a caracterização da cadeia produtiva de pós-consumo de pneus inservíveis em Aracaju (SE) e construída uma matriz de Indicadores de Sustentabilidade com base no método DPSIR. Serão mensurados indicadores de sustentabilidade e elaborada uma escala voltada à criação de um índice de sustentabilidade. Será realizada a avaliação dos indicadores voltados ao gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis.

O estudo é relevante, uma vez que, a partir dos resultados obtidos, espera-se obter como resultado analisar por meio da seleção e mensuração de indicadores ambientais as práticas de gerenciamento na logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis no município de Aracaju (SE). Dessa forma, visa-se contribuir com o gerenciamento e destinação final de pneus na cadeia logística reversa de pós-consumo, contribuindo com futuras pesquisas. Busca-se apresentar os dados mais atualizados relacionados ao gerenciamento da cadeia de logística reversa dos pneumáticos inservíveis e assim organizar informações que poderão ser utilizadas na gestão integrada e no gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, servindo inclusive como modelo para outros produtos sujeitos à logística reversa.

As entrevistas serão realizadas com base em roteiros pré-estabelecidos. Todos os participantes não terão qualquer gasto ou compensação financeira e não serão utilizadas informações em seu prejuízo, respeitando assim a sua integridade física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural e espiritual. A entrevista se realizará no dia, horário e lugar previamente escolhidos pelas partes, tendo um local reservado exclusivamente para a pesquisadora e o pesquisado, livre da escuta e observação das demais pessoas, garantindo o sigilo e confidencialidade da conversa durante e após a sua realização, como também a não identificação de sua pessoa. Contudo, há o risco de alguma pergunta causar-lhe constrangimento, estresse, fadiga, embaraço, tristeza ou incômodo; se isso ocorrer, você não é obrigado a respondê-la e, caso desista de participar deste estudo, poderá fazê-lo a qualquer momento, sem que haja nenhum tipo de penalidade. A pesquisadora se compromete a evitar as adversidades que conduzem o risco da pesquisa. Caso permita, a entrevista será gravada e transcrita, de forma integral para o papel, podendo ouvi-la se achar necessário e ainda consertar ou retirar o que você falou, sem que isso cause qualquer problema ou prejuízo. As fitas com a entrevista gravada serão guardadas durante cinco anos pelas pesquisadoras e, após esse tempo, serão destruídas. Afirmamos que, em qualquer momento, você como entrevistado poderá pedir todos os esclarecimentos sobre a pesquisa, assim como sobre todos os procedimentos utilizados pela pesquisadora. Esta pesquisa deverá ser divulgada apenas em eventos de cunho científico como congressos, simpósios, seminários e publicações em periódicos, revistas científicas, livros, artigos, entre outros. Após ter sido informado sobre a pesquisa, caso concorde participar, por livre vontade deverá assinar juntamente conosco este consentimento em duas vias, ficando com uma cópia.

Aracaju, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016

**Pesquisadora: Danielle Thaís Barros de Souza Leite**

\_\_\_\_\_  
**Fone: 79- 9.9131-2900**

**Entrevistado:** \_\_\_\_\_

**APÊNDICE H - TERMO DE ANUÊNCIA****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE****PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA*****PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE -  
DOUTORADO*****TERMO DE ANUÊNCIA**

**Declaramos para os devidos fins que estamos de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado “INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE”, sob a coordenação e a responsabilidade da doutoranda Danielle Thaís Barros de Souza Leite e do Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro e do professor Co-Orientador Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli, membros do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA da Universidade Federal de Sergipe - UFS, o qual terá o apoio desta Instituição.**

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

\_\_\_\_\_



## APÊNDICE I - DEMONSTRAÇÃO DOS CÁLCULOS REALIZADOS NO EXCEL

Quadro I.1 - Indicadores - valores de cada indicador para o caso em estudo - Vpn - Cálculo da Vpn no Excel

Indicadores		Valores de cada indicador para o caso em estudo	Vpn	Cálculo da Vpn no Excel
IA1	Pneus inservíveis (nº/mês)	4,496	0,168506463	$=(300+(B2-B12))/B13$
IA2	Pontos viciados de descarte inadequado (nº)	50	0,248606775	$=(300+(B3-B12))/B13$
IA3	Coleta periódica (dias/mês)	4	0,167633358	$=(300+(B4-B12))/B13$
IA4	Pontos de Coleta Específicos (nº)	1	0,162352483	$=(300+(B5-B12))/B13$
IE1	Custo da matéria-prima (pneus) para o reciclador (R\$)	0	0,160592192	$=(300+(B6-B12))/B13$
IE2	Custo da logística de transporte (R\$)	3,43	0,166629992	$=(300+(B7-B12))/B13$
IE3	Valor agregado do pneu inservível (R\$)	1	0,162352483	$=(300+(B8-B12))/B13$
IS1	Doenças de veiculação hídrica (nº de casos /100.000 hab)	1815	3,35552158	$=(300+(B9-B12))/B13$
IS2	Empregos diretos gerados relacionados à coleta de pneus no município (nº/ano)	0	0,160592192	$=(300+(B10-B12))/B13$

### Legenda:

vpn = valor de cada eixo dimensionalizado
dn = lado faltante do triângulo
pn = semiperímetro
Sn = área de cada triângulo

Fonte: elaboração própria.

O valor da média foi calculado :  $=MÉDIA(B2:B10) = 208,77$

O desvio padrão foi calculado:  $=DESVPAD(B2:B12) = 568,09$

Quadro I.2 - Dn - Cálculo da Dn no Excel

<b>Dn</b>	<b>Cálculo realizado no Excel</b>
0,126152846	$=((B16)^2+(B17)^2-(2*B16*B17*0,707106))^{0,5}$
0,125774987	$=((B19)^2+(B20)^2-(2*B19*B20*0,707106))^{0,5}$
0,175980923	$=((B22)^2+(B23)^2-(2*B22*B23*0,707106))^{0,5}$
0,176447575	$=((B25)^2+(B26)^2-(2*B25*B26*0,707106))^{0,5}$
0,123596442	$=((B28)^2+(B29)^2-(2*B28*B29*0,707106))^{0,5}$
0,125958321	$=((B31)^2+(B32)^2-(2*B31*B32*0,707106))^{0,5}$
3,239839736	$=((B34)^2+(B35)^2-(2*B34*B35*0,707106))^{0,5}$
3,238562297	$=((B37)^2+(B38)^2-(2*B37*B38*0,707106))^{0,5}$

Fonte: elaboração própria.

Quadro I.3 - Pn - Cálculo da Pn no Excel

<b>Pn</b>	<b>Cálculo realizado no Excel</b>
0,227625751	$=(B16+B17+C16)/2$
0,227000269	$=(B19+B20+C19)/2$
0,296110529	$=(B22+B23+C22)/2$
0,292823271	$=(B25+B26+C25)/2$
0,223270558	$=(B28+B29+C28)/2$
0,227470398	$=(B31+B32+C31)/2$
3,380995654	$=(B34+B35+C34)/2$
3,38129517	$=(B37+B38+C37)/2$

Fonte: elaboração própria.

## ANEXO A - REGISTRO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA - PLATAFORMA BRASIL

**DETALHAR PROJETO DE PESQUISA**

**DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/ SE  
Pesquisador Responsável: DANIELLE THAIS BARROS DE SOUZA LEITE  
Área Temática:  
Versão: 1  
CAAE: 80164216.7.0000.5546  
Submetido em: 16/09/2016  
Instituição Proponente: Universidade Federal de Sergipe  
Situação da Versão do Projeto: Aprovado  
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável  
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Comprovante de Recepção: PB\_COMPROVANTE\_RECEPCAO\_791776

**DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações
Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 1				
Projeto Original (PO) - Versão 1				
Documentos do Projeto				
Comprovante de Recepção - Submissão				
Cronograma - Submissão 1				

Figura A.1 – Registro de Aprovação do Comitê de Ética – Plataforma Brasil.

**ANEXO B – TABELA DE RECOLHIMENTO DE PNEUS / SECRETARIA  
MUNICIPAL DE SAÚDE****ESTADO DE SERGIPE  
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU  
SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE**

Tabela B.1 - Tabela de recolhimento de pneus em 2016 nos bairros de Aracaju.

Mês	Total
Janeiro	4.970
Fevereiro	5.024
Março	5.806
Abril	3.858
Maio	4.735
Junho	6.017
Julho	4.517
Agosto	5.796
Setembro	4.911
Outubro	4.211
Novembro	4.170
Dezembro	3.956
	57.971

Fonte: (SMS, 2016).